ГРАЖДАНСКАЯ
АРХИТЕКТУРА.

ЧАСТИ ЗДАНІЙ.

СОСТАВИЛЪ

Инженеръ-Архитекторъ **М. Е. Романовичъ.**

Въ 4-хъ томахъ, съ 2887 чертежами въ текстѣ и съ особымъ атласомъ въ 2222 чертежа на 115 листахъ.

Томъ II.

Изданіе четвертое.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Евгенія Тилв преемн., Адмиралт. каналъ, № 17.

1903.

ГЛАВА VII.

АРКИ и СВОДЫ.

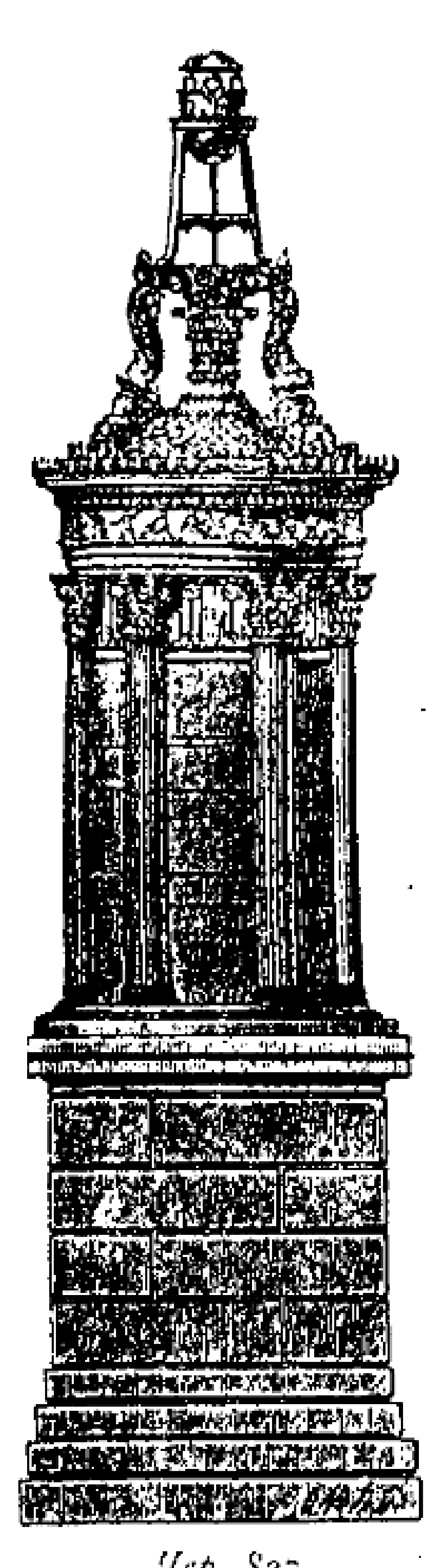
§ 77. Покрытіе сверху отверстія въ стѣнѣ (окна, двери, воротъ) или между двумя колоннами или столбами, нижняя поверхность котораго — криволинейна, называется *аркою*. Если арка ограничена снизу плоскостью, то называется *перемычкою*.

Сводомъ называется покрытіе — нижняя или внутренняя поверхность котораго криволинейна и которое покрываетъ сверху пространство между двумя или нѣсколькими стѣнами.

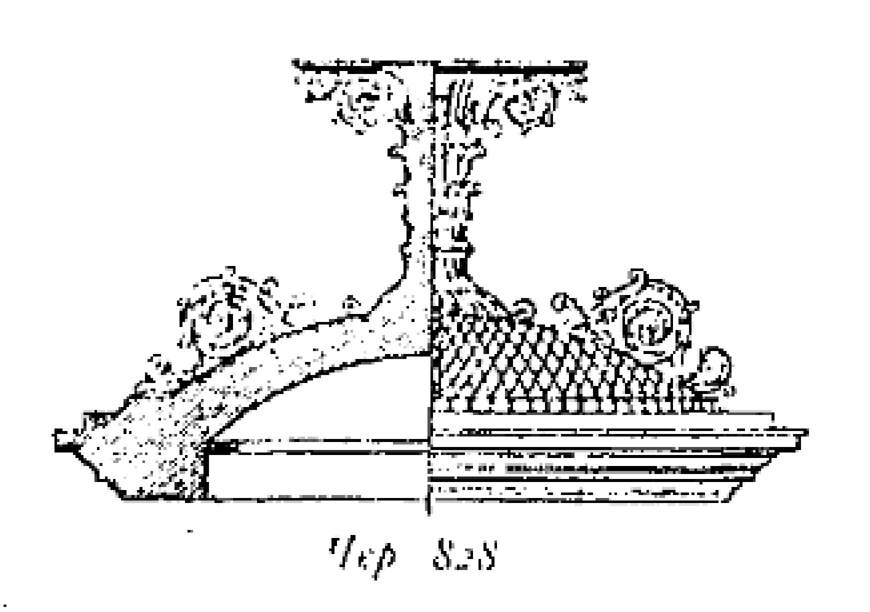
а) Въ странахъ, гдѣ постройки производились изъ дерева, всѣ покрытія были горизонтальныя, потому что онѣ устраиваются всего проще изъ лѣснаго матеріала. Такимъ образомъ, архитектурные стили, образовавшіеся въ земляхъ, гдѣ строительный камень удобно обдѣлывался въ большія балки (мраморъ) и тѣ стили, которые образовались во времена совершеннаго незнанія сводовъ (египетскій, греческій), имѣютъ всѣ покрытія горизонтальныя. Но покрытія, составленныя изъ дерева, непрочны, а каменныя горизонтальныя покрытія не всегда возможны, потому что не вездѣ находится камень такихъ свойствъ, какія необходимы для подобнаго рода покрытій и не всегда удобны, потому что каменныя балки не могутъ быть значительной длины и стало быть

требуютъ частыхъ подпоръ (колоннъ, столбовъ), загромождающихъ внутреннія помѣщенія.

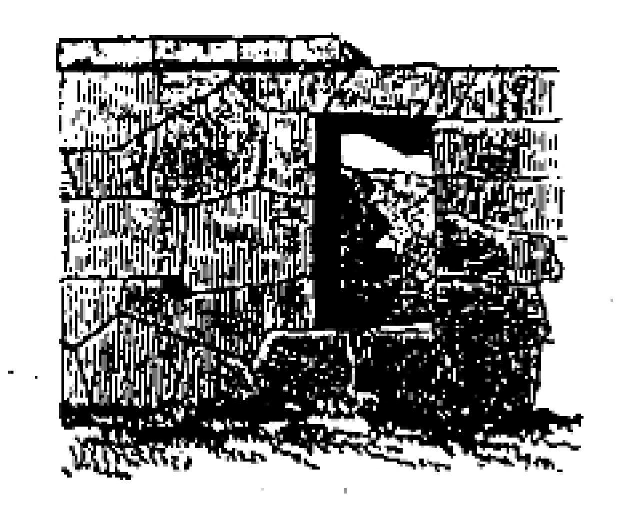
Римляне, производя постройки изъ матеріаловъ небольшихъ размѣровъ, каковы кирпичъ, тесовые камни изъ песчаника и проч., впервые создали новый способъ покрытій — *арочный* или *сводчатый*.



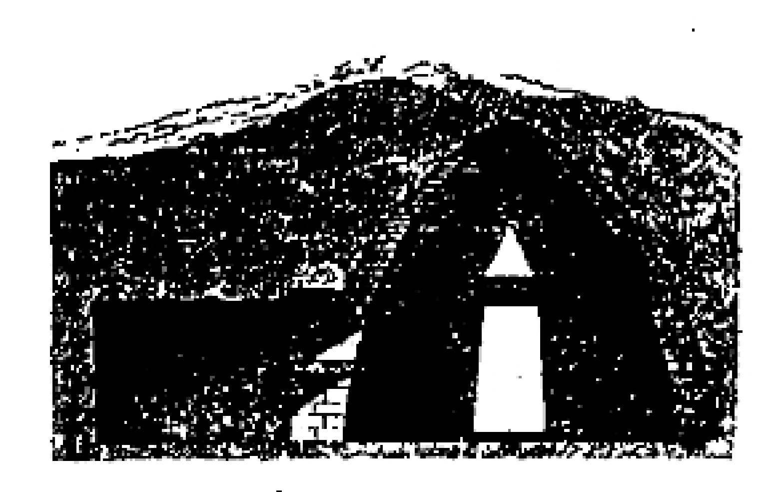
Чер. 827.



Чер. 828



Чер. 829.



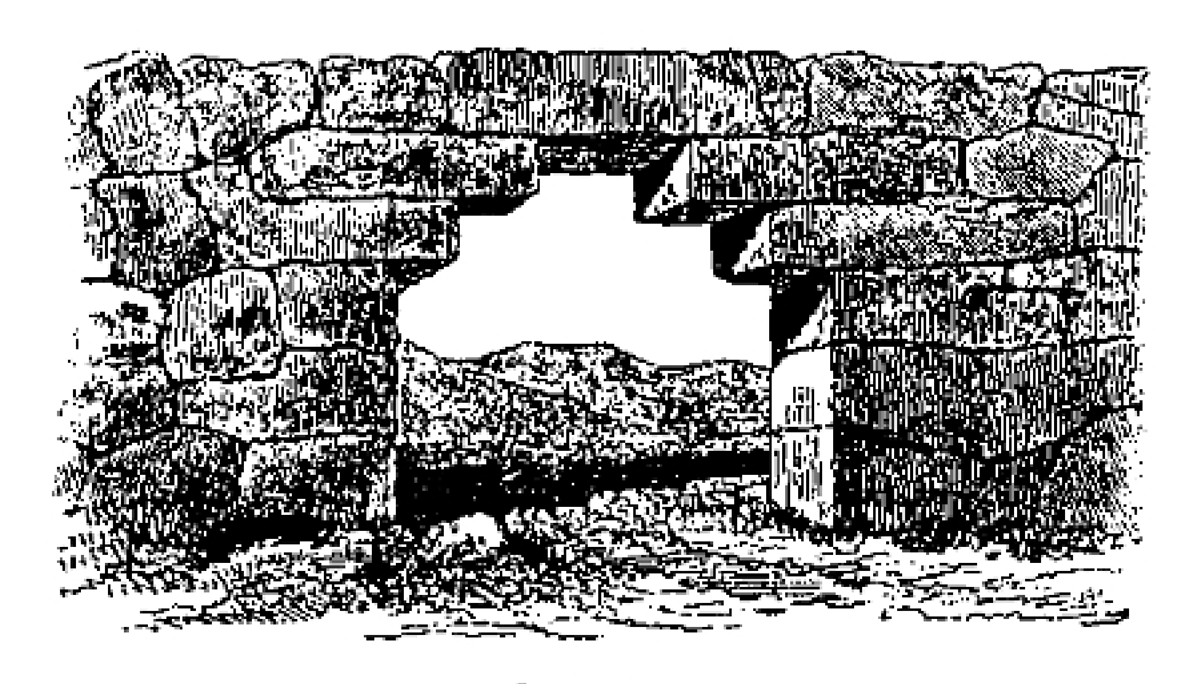
Чер. 831.

Вслѣдствіе всѣхъ этихъ причинъ вошли въ употребленіе арки и своды. Эти два рода покрытій: горизонтальное (на-

зываемое архитравнымъ) и сводчатое, составляютъ главнѣйшіе отличительные признаки стилей—греческаго и римскаго.

Первообразомъ арокъ и сводовъ можетъ быть принятъ натуральный камень съ выпуклою поверхностью внизу, покрывающій цѣлое пространство между опорами. Въ исторіи архитектуры извѣстны весьма немногіе подобные примѣры. Къ числу ихъ, между прочимъ, принадлежитъ монолитный куполъ на памятникѣ Лизикрата въ Аѳинахъ, чер. 827 и 828 (текстъ).

Въ самыя древнія времена для покрытія отверстій болѣе значительныхъ размѣровъ, взамѣнъ одного цѣльнаго камня, чер. 829 (текстъ), укладывали по нѣсколько камней горизон-



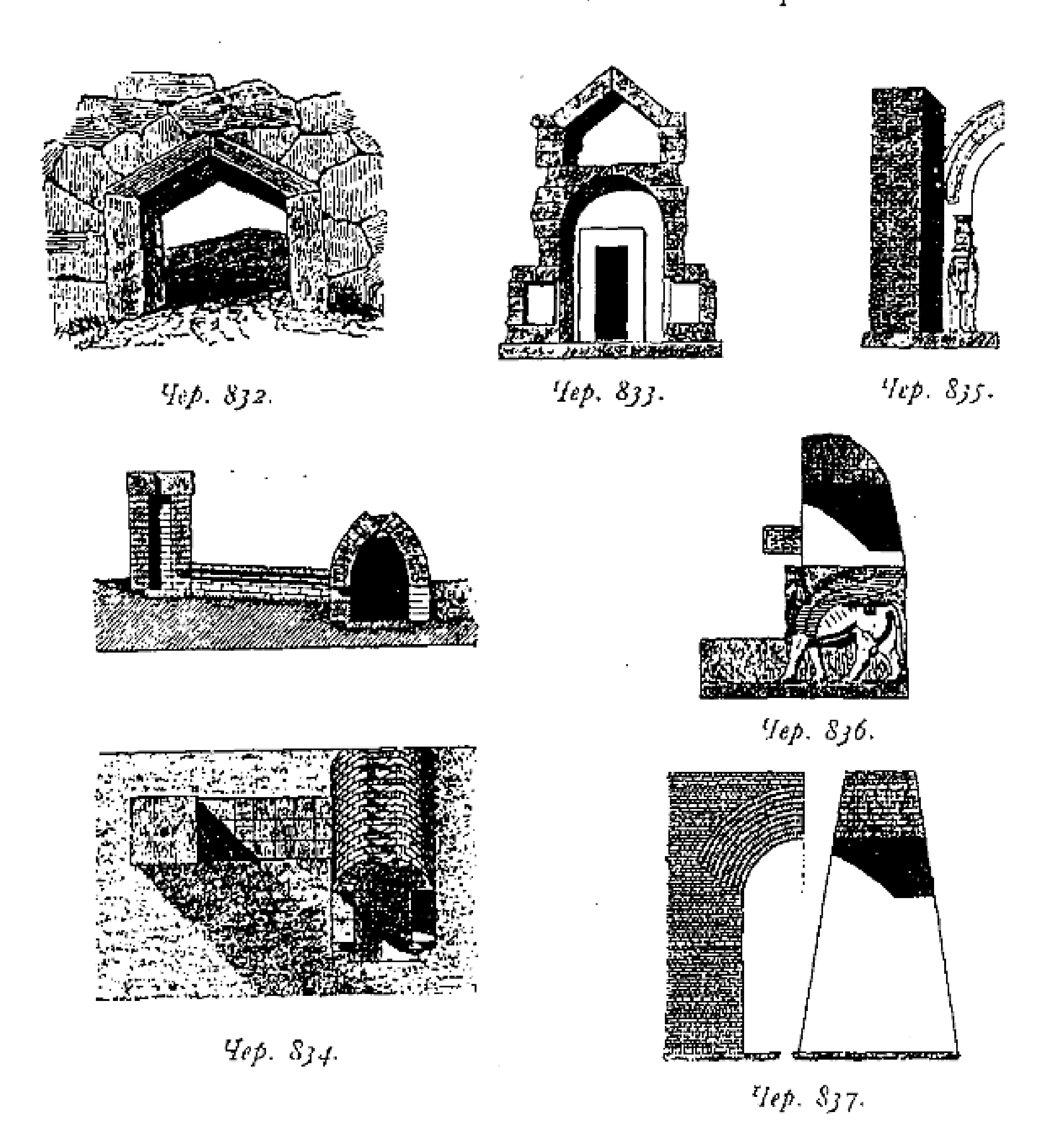
Чер. 830.

тально, такимъ образомъ, что камни свѣшивались одинъ надъ другимъ, чер. 830 (текстъ). Увеличивая число рядовъ камней, достигали возможности такимъ способомъ покрывать довольно значительные пролеты, чему примѣромъ служитъ покрытіе греческаго казнохранилища Атрея въ Микенѣ, чер. 831 (текстъ), шириною внизу около 45 футъ, представляющее собою конусообразный сводъ, въ которомъ на внутренней его поверхности выступающіе углы свѣшивающихся камней стесаны.

Пробовали также покрывать отверстія съ помощью двухъ камней, поставленныхъ на опоры такъ, чтобы они, упираясь взаимно, находились въ равновѣсіи, чер. 832 (текстъ). Древнѣйшимъ примѣромъ такого покрытія могутъ служить внут-

ренніе ходы въ египетскихъ пирамидахъ, чер. 833 (текстъ). Такимъ образомъ, переходя постепенно еще къ большему числу камней, дошли до настоящей формы арокъ.

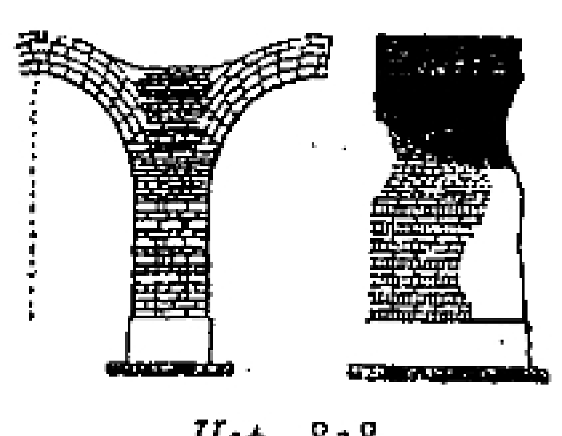
При раскопкахъ древнихъ ассирійскихъ построекъ въ Ниневіи найдены были остатки сводчатыхъ покрытій главныхъ



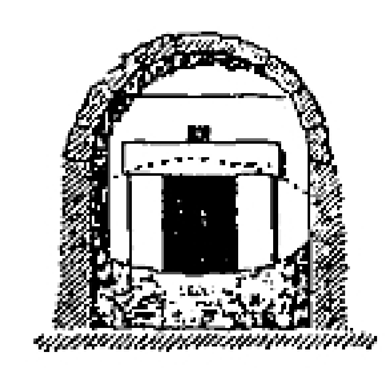
Чер. 832. Чер. 833. Чер. 835. Чер. 836. Чер. 834. Чер. 837.

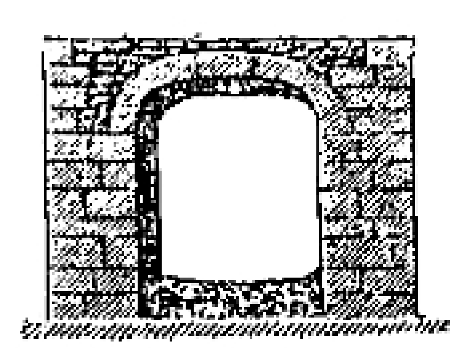
каналовъ, водостоковъ и водопроводовъ, чер. 834 и, кромѣ того, по изображеніямъ на найденныхъ тамъ же барельефахъ, оказалось, что порталы дворцовъ ассирійскихъ царей перекрывались правильными цилиндрическими сводами, опиравшимися, между прочимъ, на крылатыхъ животныхъ съ головами жрецовъ, чер. 835 и 836 іѣ.

При таковыхъ же раскопкахъ, въ развалинахъ древнихъ построекъ въ Египтѣ, оказались слѣды правильно сложенныхъ не только цилиндрическихъ, но элиптическихъ сводовъ, чер. 833 и 837—840 (текстъ), устроенныхъ отъ 700 до 1500 лѣтъ до Рождества Христова. Своды эти, отверстіемъ до 3-хъ слишкомъ метровъ, встрѣчаются изрѣдка внутри

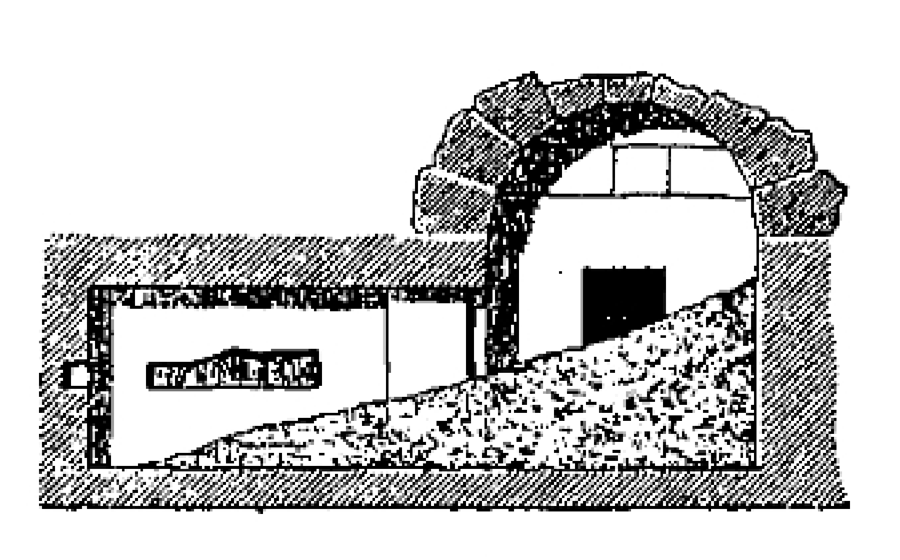


Чер. 838.

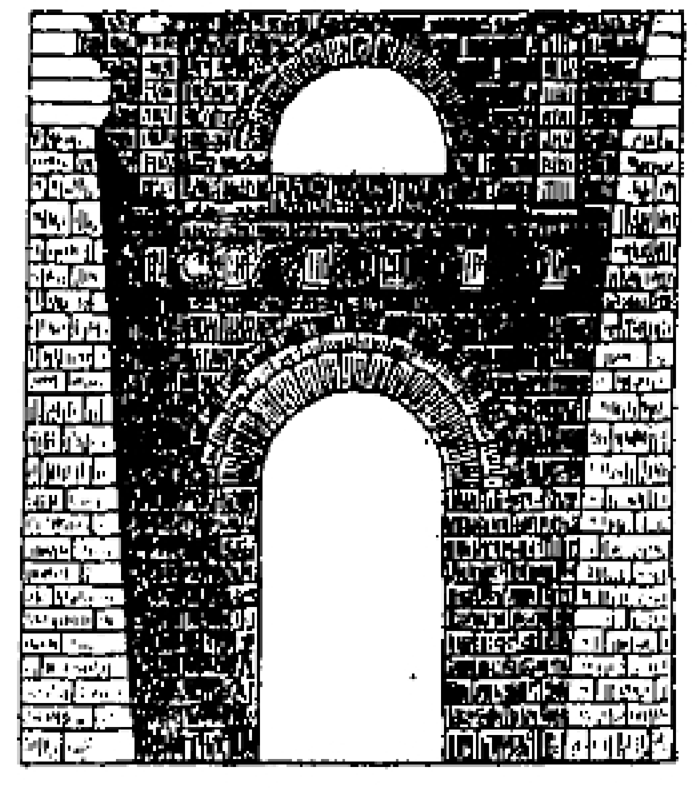




Чер. 839.



Чер. 840.



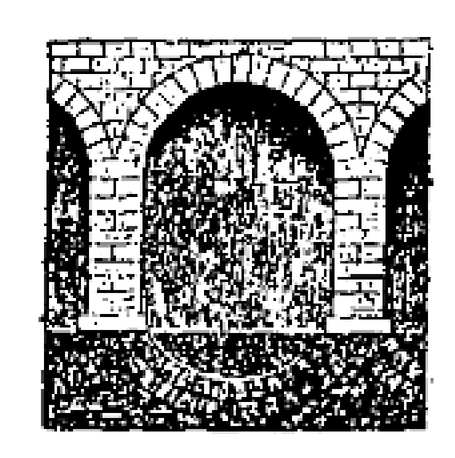
Чер. 841.

пирамидъ, а также въ развалинахъ гробницъ древнихъ царей египетскихъ.

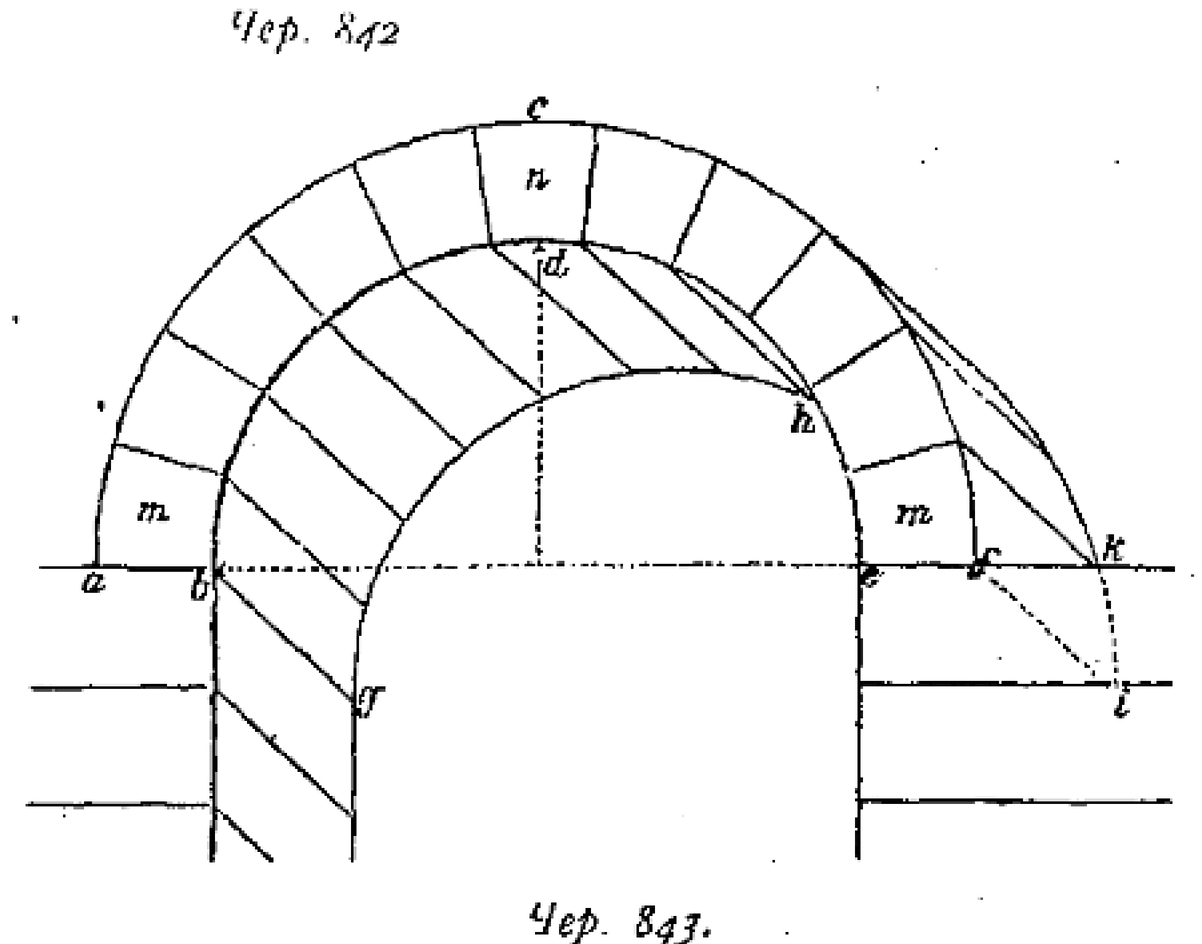
На чер. 841 (текстъ) представлены сводчатыя ворота, устроенныя этрусками въ Перуджіо, въ Италіи, и на чер. 842 (текстъ) показаны развалины знаменитой Cloaca maxima, устроенной въ Римѣ Тарквиніемъ Древнимъ, для отвода водъ съ горы Капитолія въ р. Тибръ. Клоака покрыта тремя концетрическими расположенными цилиндрическими сводами, сложенными на сухо (безъ раствора); до настоящаго времени она сохранилась на длину 225 метровъ и по длинѣ своей поддерживается поперечными стѣнками въ видѣ контрфор-

совъ. Приведенные выше примѣры и исторія архитектуры выясняютъ, что древніе народы: ассирійцы, египтяне, греки и проч., если и примѣняли къ своимъ постройкамъ сводчатыя и арочныя покрытія, то только въ особо исключительныхъ случахъ, преимущественно же пользовались покры-

Чер. 842



Чер. 844.



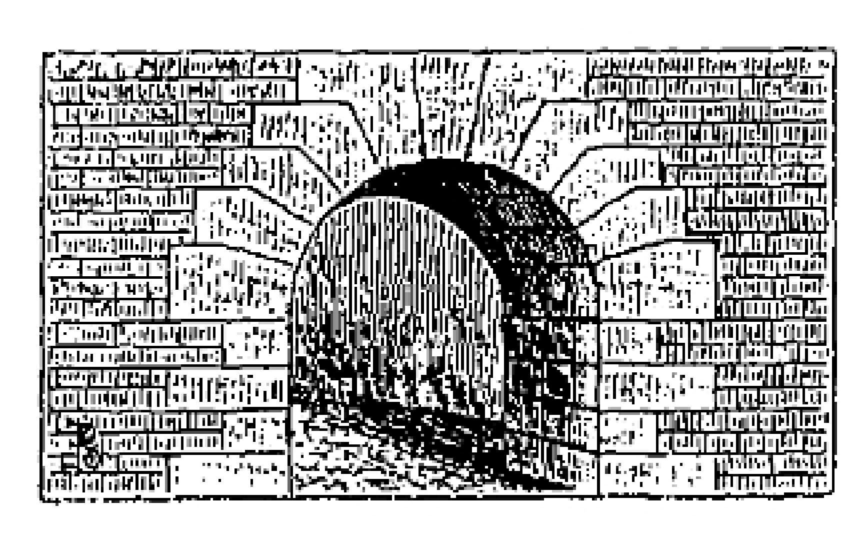
Чер. 843.

тіями горизонтальными. Римляне же большую часть своихъ построекъ покрывали сводами, арками и куполами и устраивали ихъ такъ хорошо и прочно, что многія изъ такихъ построекъ, возведенныхъ за 2000 лѣтъ, до настоящаго времени сохраняются безъ поврежденія.

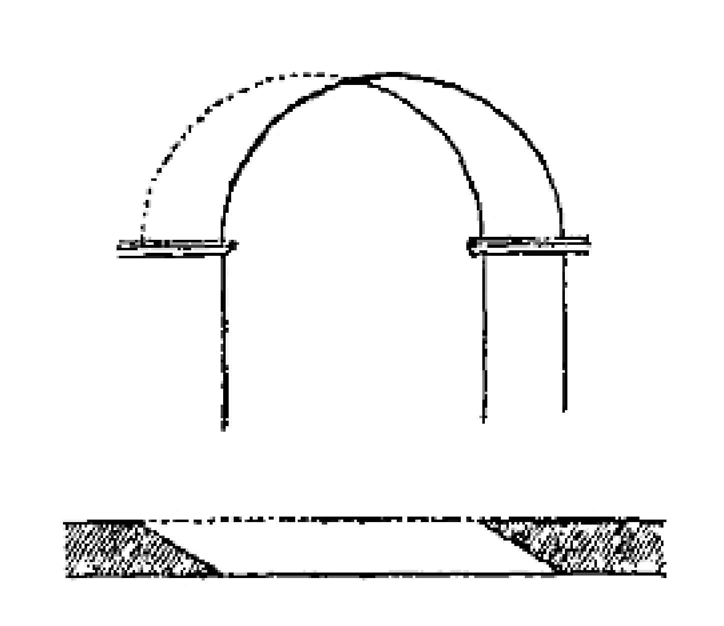
b) Какъ арки, такъ и своды должны между прочимъ удовлетворять слѣдующимъ главнымъ условіямъ:

Форма камней, составляющихъ арку или сводъ, должна быть клинообразна, причемъ узкій конецъ долженъ быть обращенъ книзу, чер. 843 (текстъ).

Углы, составляемые гранями соприкасающихся камней, должны быть равны между собою; а, слѣдовательно, внутренняя поверхность арки или свода должна быть нормальна къ сопрягающимъ плоскостямъ. Сопрягающія плоскости должны быть расположены нормально къ какой нибудь выпуклой кривой, задаваемой по проекту для внутренней



Чер. 845.



Чер. 846.

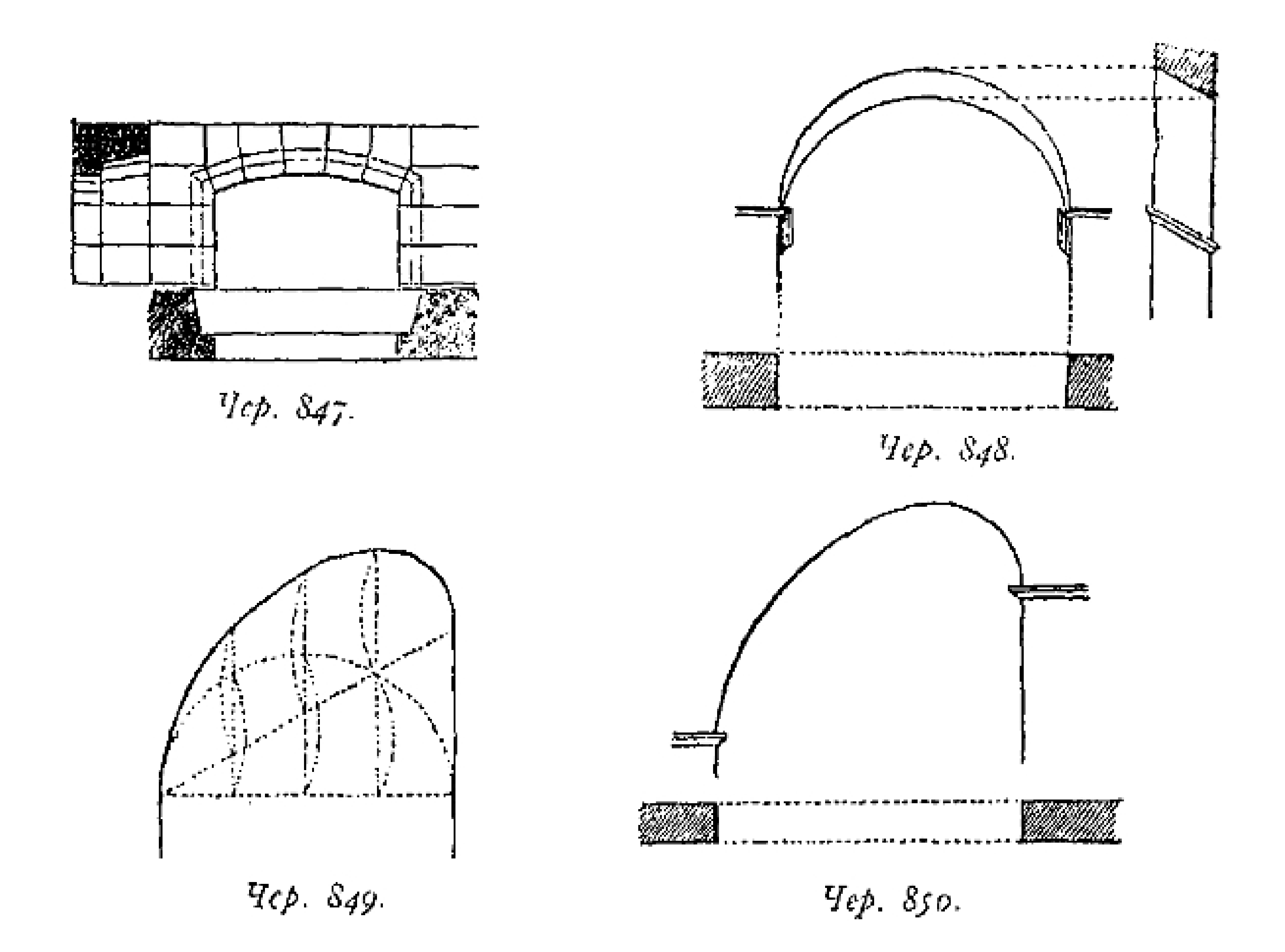
поверхности свода или арки. Но еслибы внутренняя поверхность не была выпукла, то по необходимости сопрягающія плоскости должны быть нормальны къ какой либо воображаемой выпуклой поверхности, проведенной въ толщинѣ свода или арки.

Внутренняя поверхность какъ арокъ, такъ и сводовъ, можетъ быть представлена какъ бы произведенною движеніемъ кривой линіи, находящейся въ вертикальной плоскости, и которой центральная точка слѣдуетъ по другой какой-либо линіи. Вертикальная кривая, означающая движеніемъ своимъ внутреннюю поверхность арки или свода, называется *направляющею* арки или свода. Кривая или прямая, по которой происходитъ движеніе центральной точки направляющей, есть, такъ называемая, *ось свода или балки.*

При выборѣ направляющей арки, необходимо руководствоваться слѣдующими соображеніями:

1) Кривая должна быть составлена изъ двухъ симметричныхъ половинъ. Отступленіе отъ этого правила представляютъ ползучія арки, какъ будетъ объяснено ниже.

2) Кривая должна быть выпуклая для того, чтобы она приближалась, по возможности, къ кривой внутренняго давленія свода и чтобы сопрягающія линіи могли быть нормальны къ направляющей.



Чер. 847. Чер. 848. Чер. 849. Чер. 850.

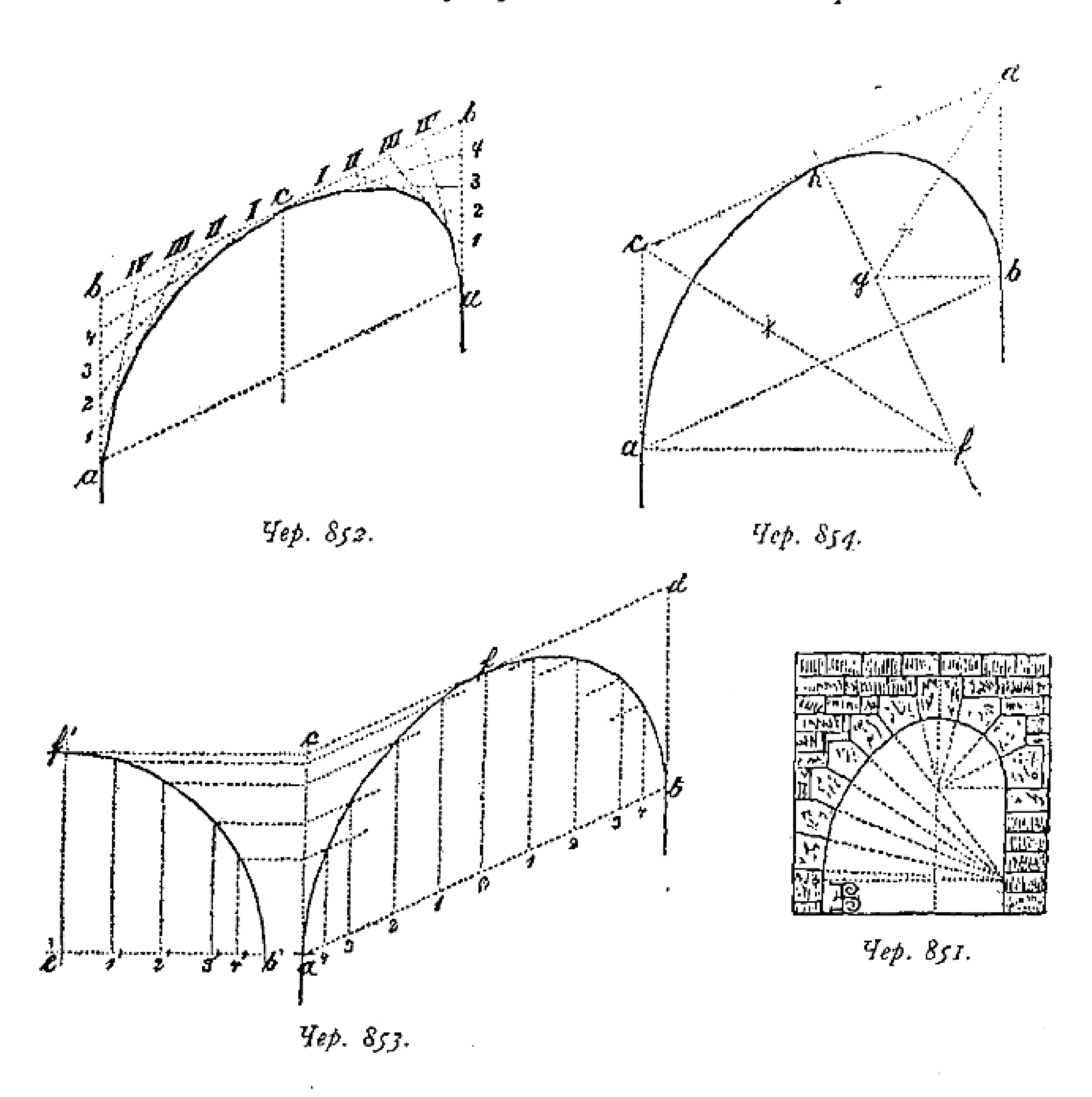
3) Кривая должна быть какъ можно простѣйшаго вида, дабы безъ нужды не затруднять конструкціи арки.

4) Наконецъ, при выборѣ направляющей, надобно еще имѣть въ виду то свойство сводовъ и арокъ, что чѣмъ выше подъемъ кривой (при другихъ одинаковыхъ обстоятельствахъ), тѣмъ меньше арки и своды распираютъ свои опоры.

c) При различныхъ положеніяхъ оси и пятъ арокъ, рода ихъ направляющей и условіяхъ ихъ употребленія, арки принимаютъ слѣдующія названія:

Арка прямая, у которой внутренняя поверхность есть часть прямого цилиндра, усѣченнаго по концамъ плоскостями щекъ, перпендикулярными къ оси арки, чер. 843 и 844 (текстъ).

Арка косая или *скошенная,* у которой ось внутренней поверхности не перпендикулярна къ щекамъ, но горизонтальна.



Чер. 852.

Чер. 854.

Чер. 853.

Чер. 851.

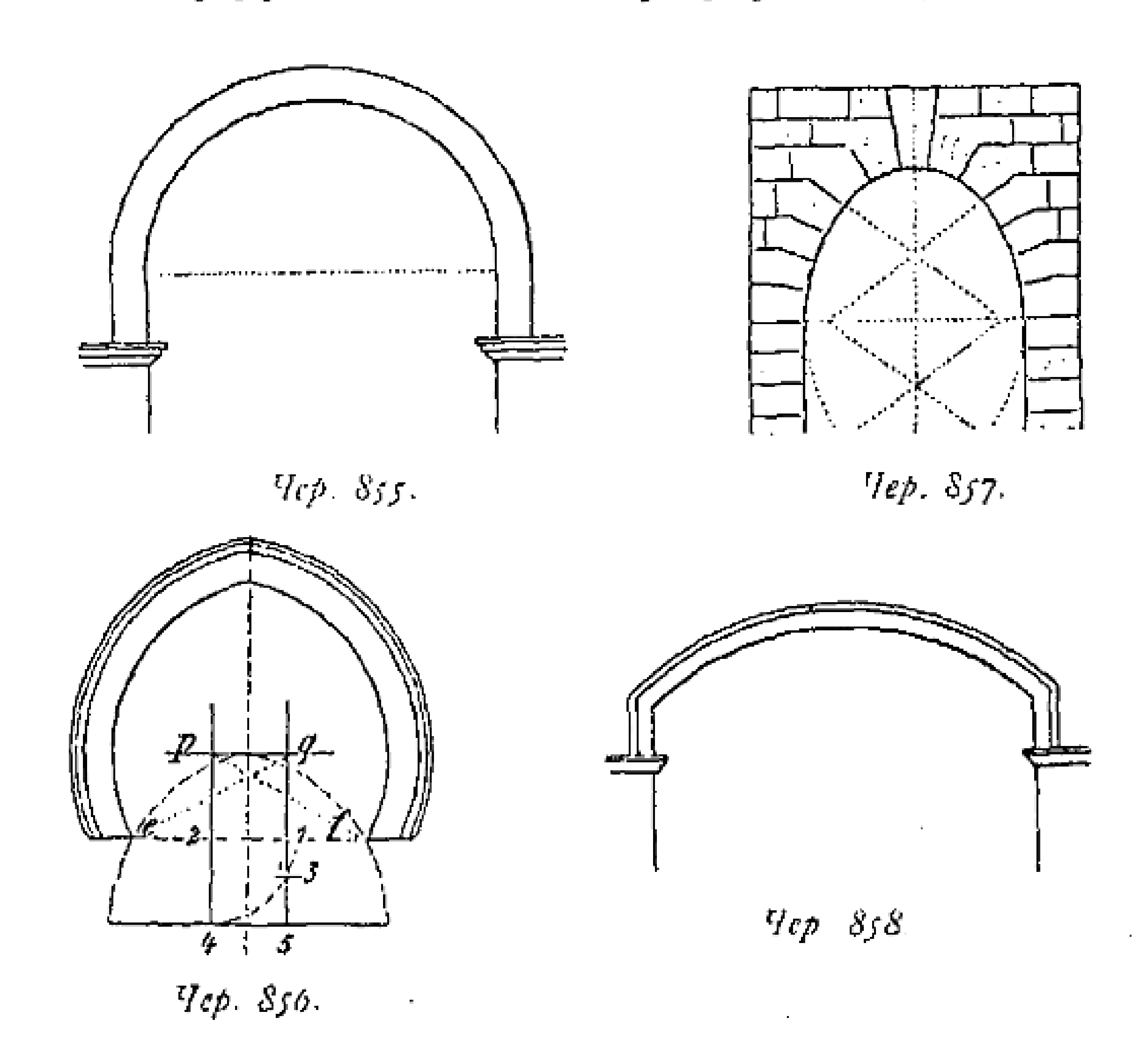
Такія арки употребляются иногда для оконъ и дверей, чер. 845 и 846 (текстъ).

Сходящаяся арка, съ просвѣтомъ, расширенная арка, у которой ось, находясь въ плоскости перпендикулярной къ плоскости щекъ, наклонена къ горизонту. Подобная форма арки употребляется въ томъ случаѣ, когда надобно переки-

нуть арку по ширинѣ лѣстницы, а также при окнахъ и дверяхъ, чер. 847 и 848 (текстъ).

Арка ползучая или *косуля*, пяты которой находятся на различныхъ высотахъ. Примѣняется на дѣлѣ всего чаще въ случаѣ необходимости перекинуть арку по длинѣ лѣстницы. Способы очертанія такихъ арокъ обозначены на чер. 849, 850, 851, 852, 853 и 854 (текстъ).

Арка полукруглая, полная, полуциркульная, у которой на-

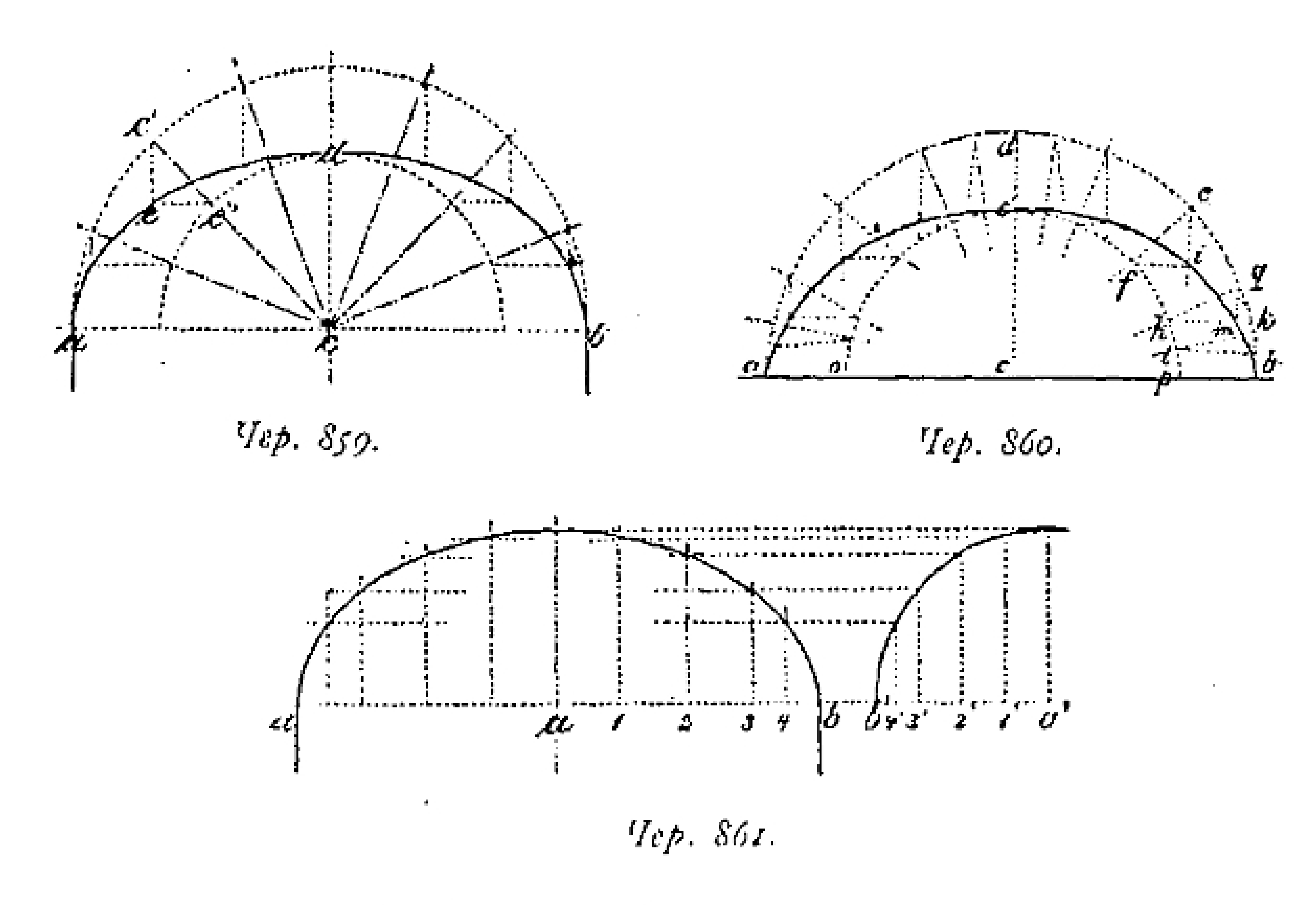


Чер. 855. Чер. 857. Чер. 856. Чер. 858.

правляющая полуокружность круга, предпочтительно передъ другими, примѣняется въ гражданскихъ сооруженіямъ. Римляне, которые прежде всѣхъ начали употреблять арки и своды, какъ преимущественный способъ покрытія пространствъ, почти исключительно принимали полукругъ за направляющую арокъ и сводовъ. До XII столѣтія арка эта, исключительно передъ другими, была примѣняема въ постройкахъ и затѣмъ на время уступила мѣсто *стрѣлкѣ* (ogive) въ готическомъ стилѣ, снова явилась въ постройкахъ вмѣстѣ съ стилемъ возрожденіи и примѣняется почти во всѣхъ родахъ по-

строекъ до настоящаго времени. Она имѣетъ только то неудобство, что постоянное отношеніе, существующее въ полукругѣ, между подъемомъ и отверстіемъ, затрудняетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ и ея употребленіе, чер. 843 и 844 (текстъ). Въ романскомъ стилѣ полукруглыя арки, также какъ и въ византійскомъ, употреблялись преимущественно передъ другими.

Арка возвышенная, подвышенная, поднятая, у направляющей которой центръ находится выше линіи пятъ арки, такъ что подъемъ ея болѣе половины отверстія. Для арокъ воз-



Чер. 859.

Чер. 860.

Чер. 861.

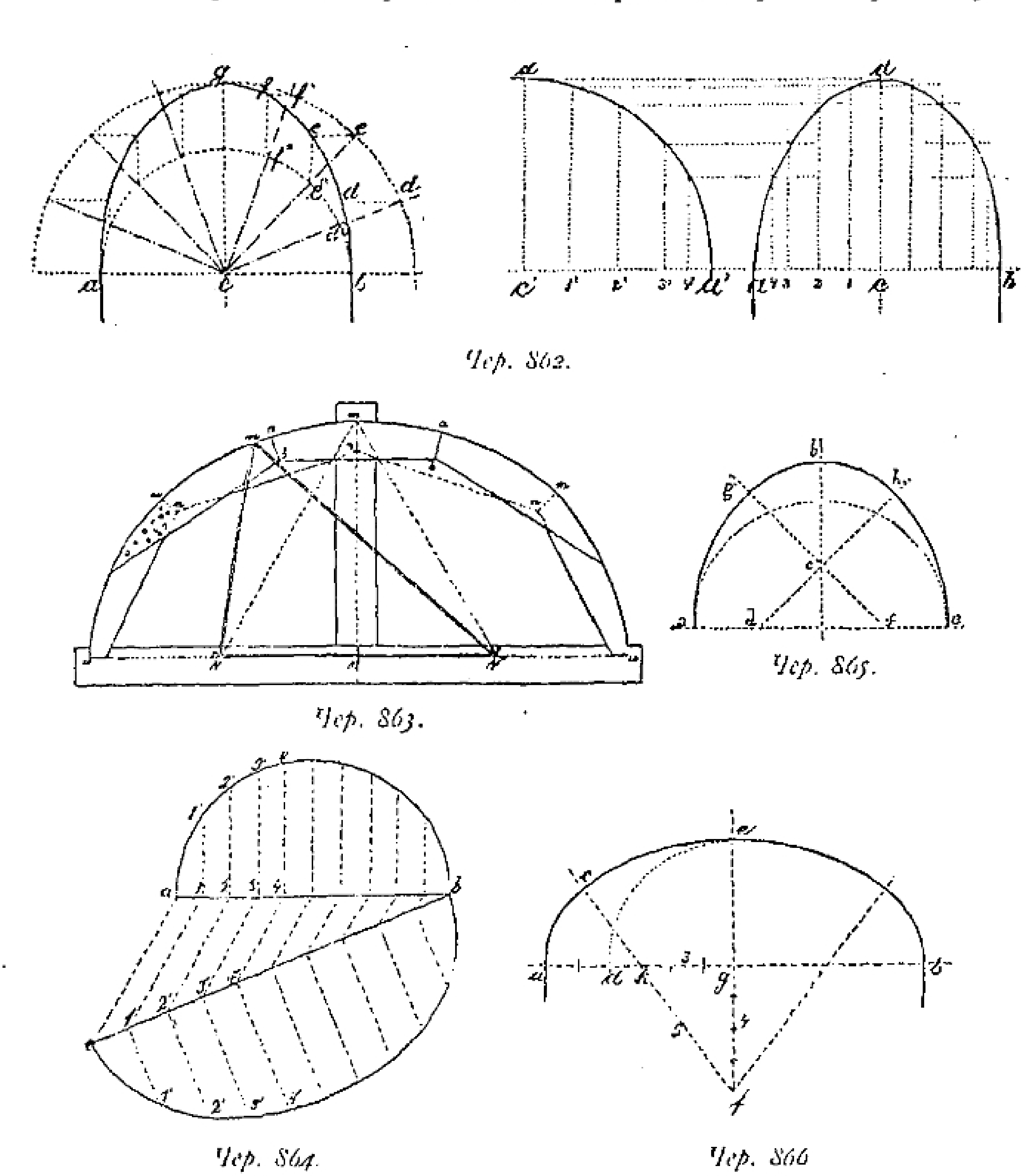
вышенныхъ наиболѣе употребляются направляющими: *поднятый полукругъ*, чер. 855 (текстъ), причемъ арка обыкновенно представляетъ болѣе легкій и изящный видъ, сравнительно съ обыкновенною полуциркулькою аркою, *стрѣлки*, чер. 856, и иногда, хотя и рѣдко встрѣчаемая въ сводахъ и аркахъ XII столѣтія: *полуэлипсисъ*, чер. 857 (текстъ).

Арка сжатая, пониженная, у которой подъемъ менѣе половины отверстія, къ такого рода аркамъ принадлежатъ: приподнятая или возвышенная, дугообразная, чер. 858 (текстъ).

Арка элиптическая, обыкновенная или возвышенная, появившаяся въ концѣ XVI столѣтія, на практикѣ весьма неудобопримѣнимая, какъ по трудности очертанія, еще боль-

шихъ затрудненій при кладкѣ, такъ и по значительному, сравнительно съ полукруглою и готическими арками, распору, чер. 859, 860, 861, 862—863 и 864 (текстъ).

Арка коробовая, коросмысловая, трехъ-центровой кривой, у



Чер. 862.

Чер. 863.

Чер. 865.

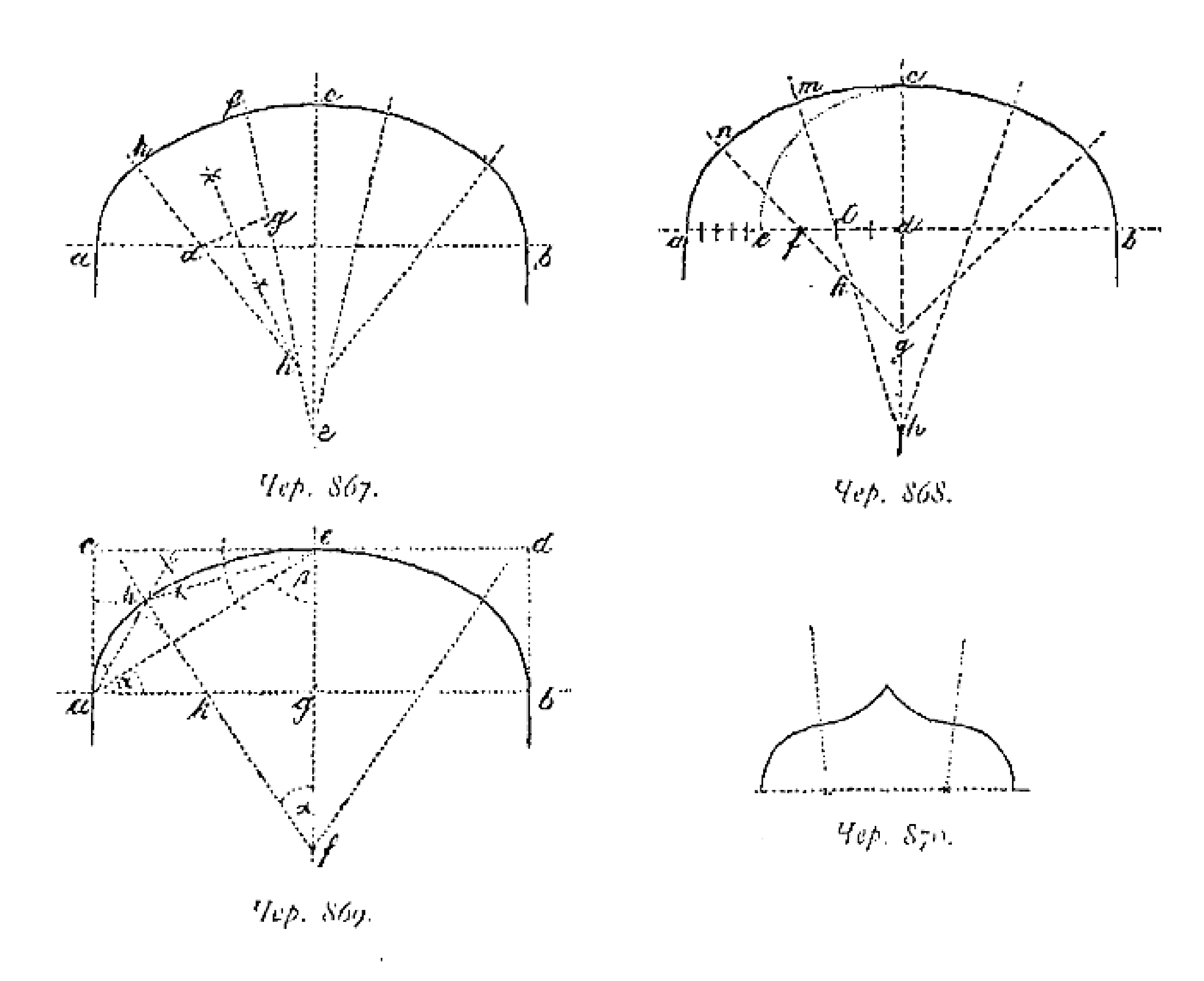
Чер. 864.

Чер. 866

которой направляющая состоитъ изъ дугъ круга различныхъ радіусовъ, имѣетъ видъ, сходный съ видомъ элипсиса, можетъ быть возвышенною, чер. 865 (текстъ), или сжатою,

чер. 866 (текстъ). Ее начали употреблять при постройкахъ съ XV столѣтія и часто примѣняли при каменныхъ мостахъ и при возведеніи подвальныхъ сводовъ. Также какъ и арка эллиптическая представляетъ на практикѣ затрудненія, какъ при ея очертаніи, такъ и при выполненіи въ кладкѣ. Способы очертанія 3-хъ и 5-ти центровыхъ коробовыхъ кривыхъ обозначено на чер. 865—869 (текстъ).

Арка плоская, лучковая, у которой за направляющую при-



Чер. 867.

Чер. 868.

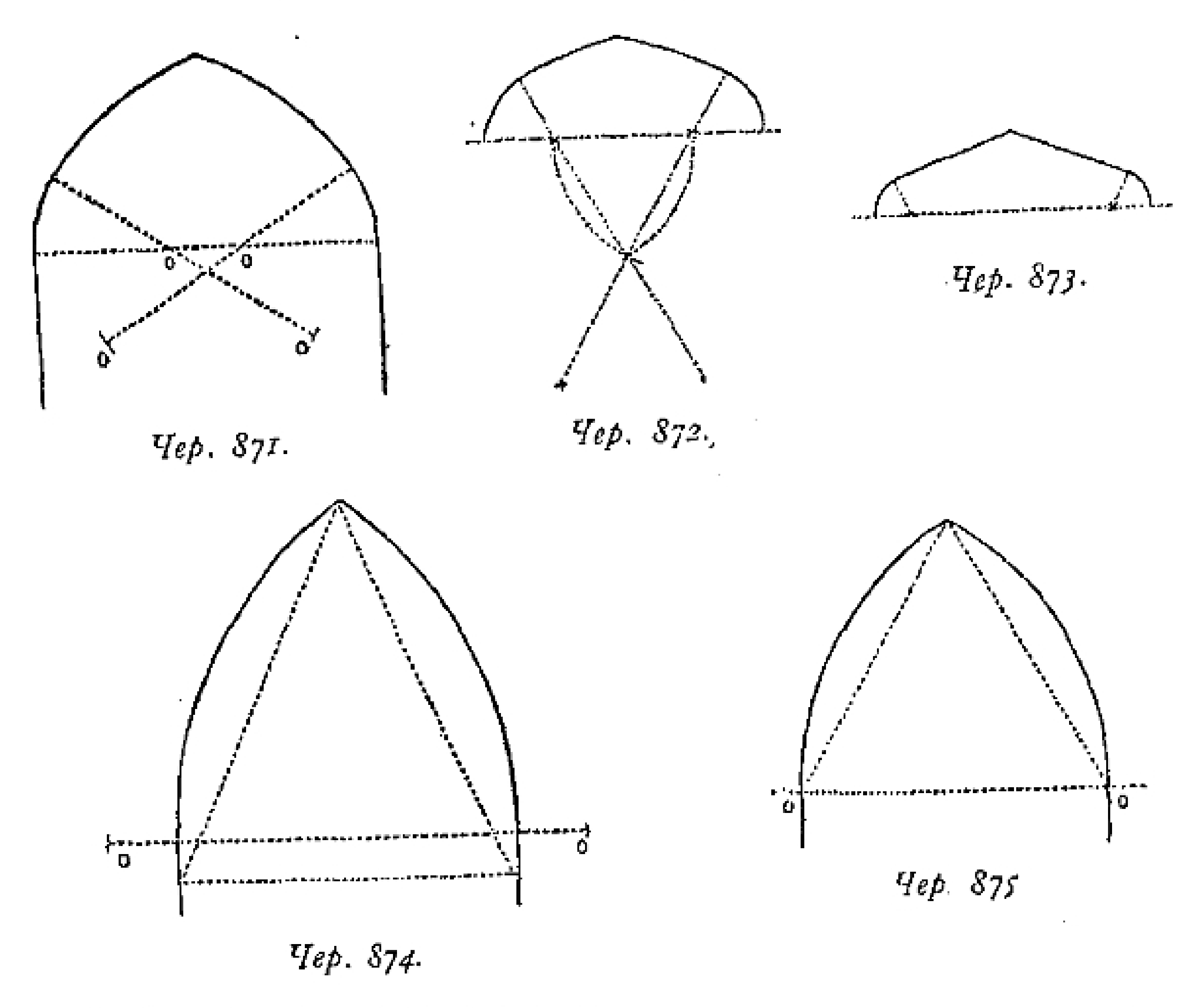
Чер. 869.

Чер. 870.

нимается дуга круга (лучекъ), причемъ подъемъ арки менѣе четверти отверстія и центръ ея значительно ниже линіи пятъ арки. Хотя и рѣдко, но примѣнялись въ древнія времена, при постройкѣ амфитеатровъ. Представляетъ распоръ значительно большій, чѣмъ арка готическая и полуциркульная и часто примѣняется въ постройкахъ настоящаго времени, въ особенности въ тѣхъ случаяхъ, когда по недостатку раз-

мѣровъ зданія возможно бываетъ примѣнить арку полуциркульную, чер. 870, 909 и 910 (текстъ).

Стрѣлка, арка готическая, которой направляющая состоитъ изъ двухъ дугъ круга, пересѣкающихся подъ болѣе или менѣе острымъ угломъ. Начало примѣненія стрѣльчатыхъ арокъ къ постройкамъ относится къ временамъ глубокой древности, но только съ половины XI столѣтія, направляющая арокъ въ видѣ стрѣлки становится характеристи-



Чер. 871. Чер. 872. Чер. 873.

Чер. 874. Чер. 875

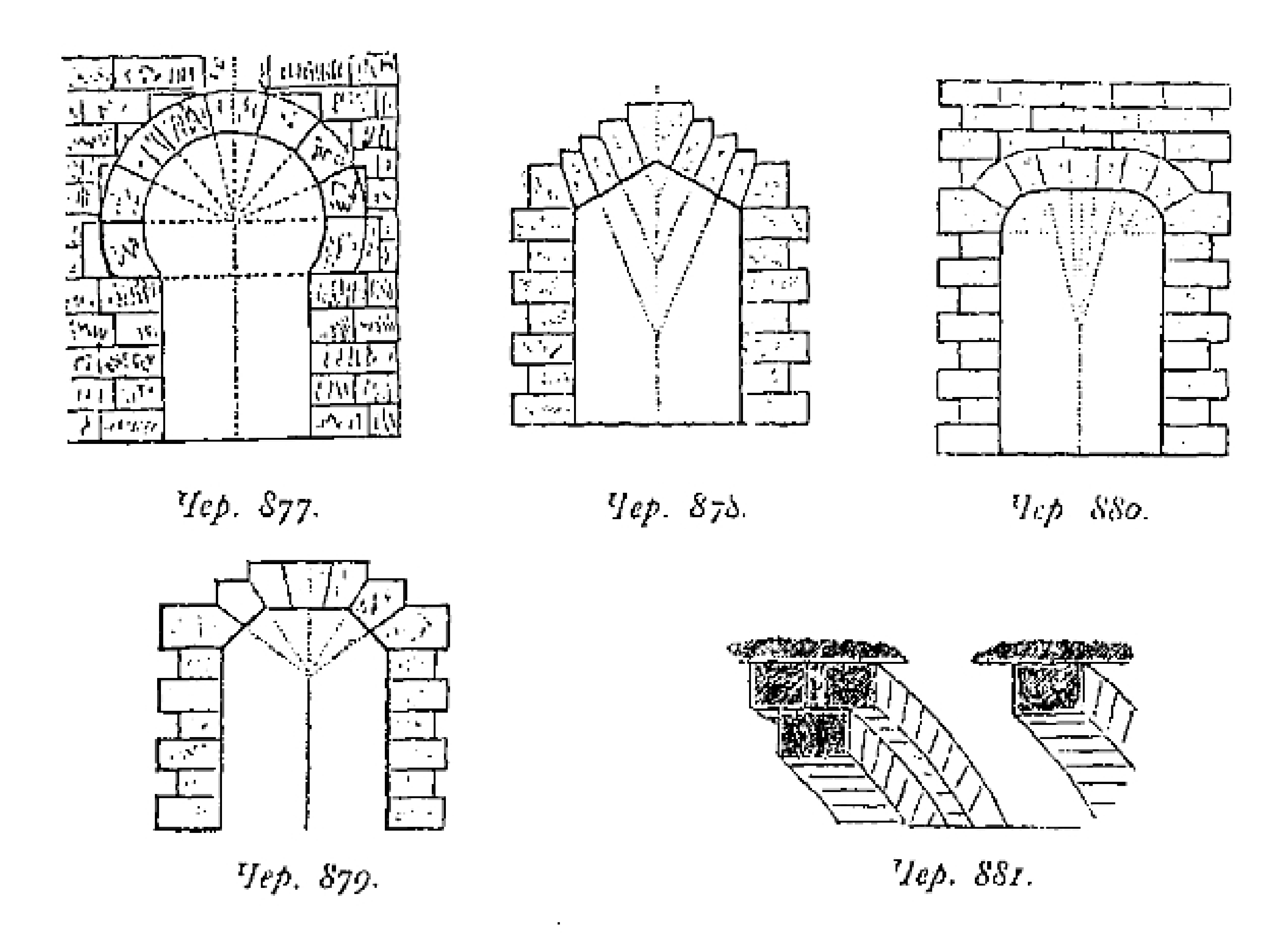
ческою чертою особой системы арокъ и сводовъ, извѣстнымъ подъ названіемъ стрѣльчатымъ или готическимъ.

Сообразуясь съ отношеніемъ ширины отверстія арки къ высотѣ ея подъема, разнаго рода стрѣльчатыя арки подраздѣляются на слѣдующіе классы:

Арка стрѣльчатая, притупленная, сжатая, чер. 871—873, настолько плоская, что весьма мало отличается отъ полуциркульныхъ арокъ, употреблялась въ постройкахъ XI столѣтія.

Арка стрѣлочная, поднятая, возвышенная. заостренная,

которой направляющая состоитъ изъ двухъ дугъ круга, пересѣкающихся подъ острымъ угломъ и описанныхъ радіусомъ большей длины, нежели ширина отверстія арки, чер. 874 (текстъ). Въ полученной такимъ способомъ стрѣлкѣ можетъ быть вписанъ равнобедренный треугольникъ. Стрѣлки эти вошли въ употребленіе въ половинѣ XII столѣтія и примѣнялись очень часто въ постройкахъ до XIII вѣка. Впослѣдствіи, хотя ихъ и продолжали употреблять, но только въ



Чер. 877. Чер. 878. Чер. 880.

Чер. 879. Чер. 881.

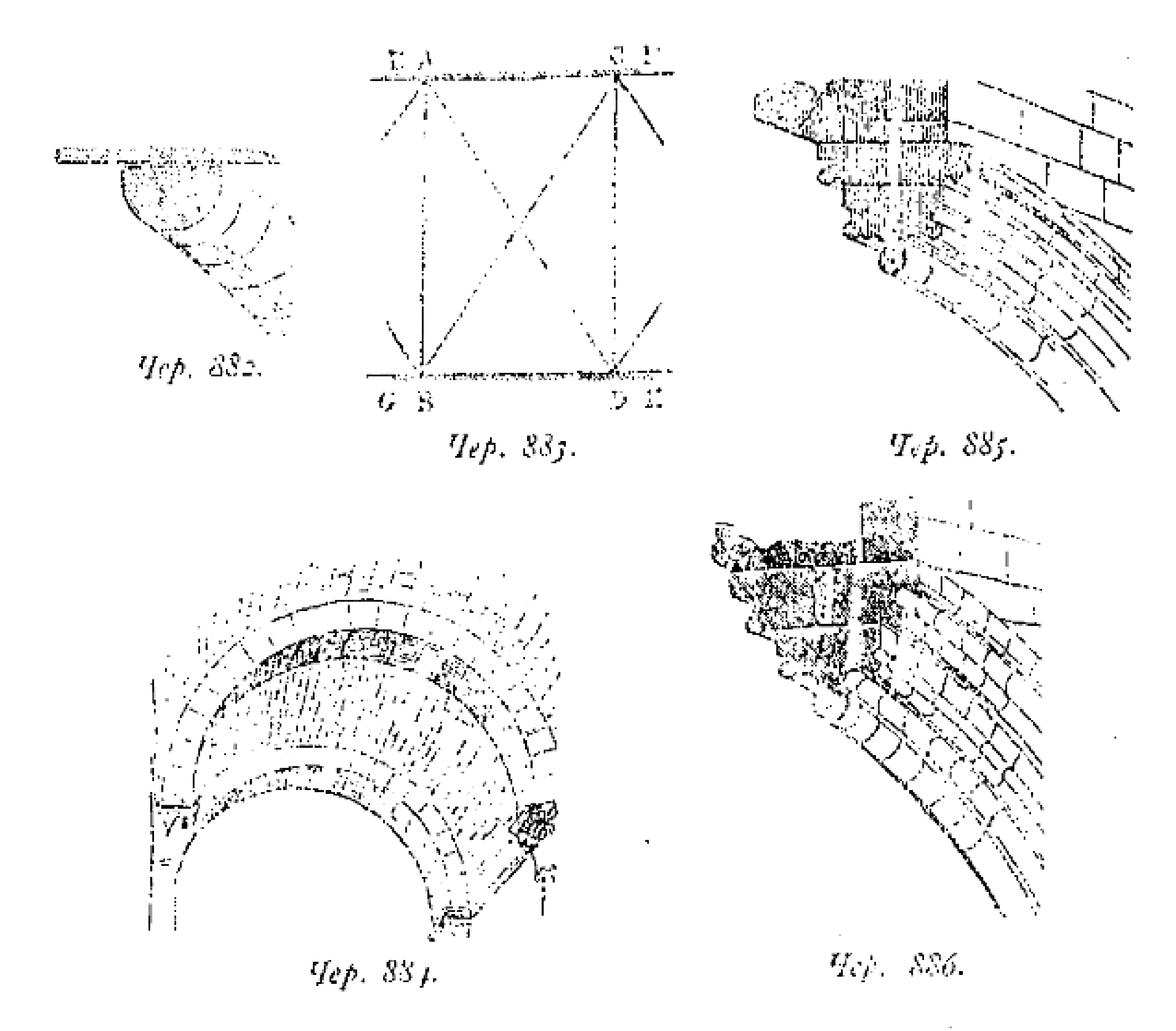
особо исключительныхъ случаяхъ, какъ, напримѣръ, въ коридорахъ, проходахъ и проч.

Арка стрѣлочная, равносторонняя, у которой направляющая состоитъ изъ двухъ дугъ круга, хорды которыхъ равны отверстію арки. Такимъ образомъ получается стрѣлка, въ которой можетъ быть вписанъ равносторонній треугольникъ. Этотъ самый изящный видъ стрѣлочной арки былъ въ большомъ употребленіи въ XIV столѣтіи, чер. 875 (текстъ).

Арка мавританская или *аравійская* или *подковная,* у которой направляющая представляетъ большую половину части окружности служитъ характеристическою чертою маври-

танской или аравійской архитектуры. Встрѣчается повсюду въ постройкахъ аравійской архитектуры съ XI по XIII столѣтій, особенно въ Испаніи, чер. 877 (текстъ).

Арка наугольная, митровая, которой направляющая состоитъ изъ двухъ прямыхъ линій, пересѣкающихся подъ угломъ, представляетъ одинъ изъ характеристическихъ признаковъ, такъ называемой, англо-саксонской архитектуры. На чер. 878 (текстъ) представлена арка митровая, обыкновенная, укоро-

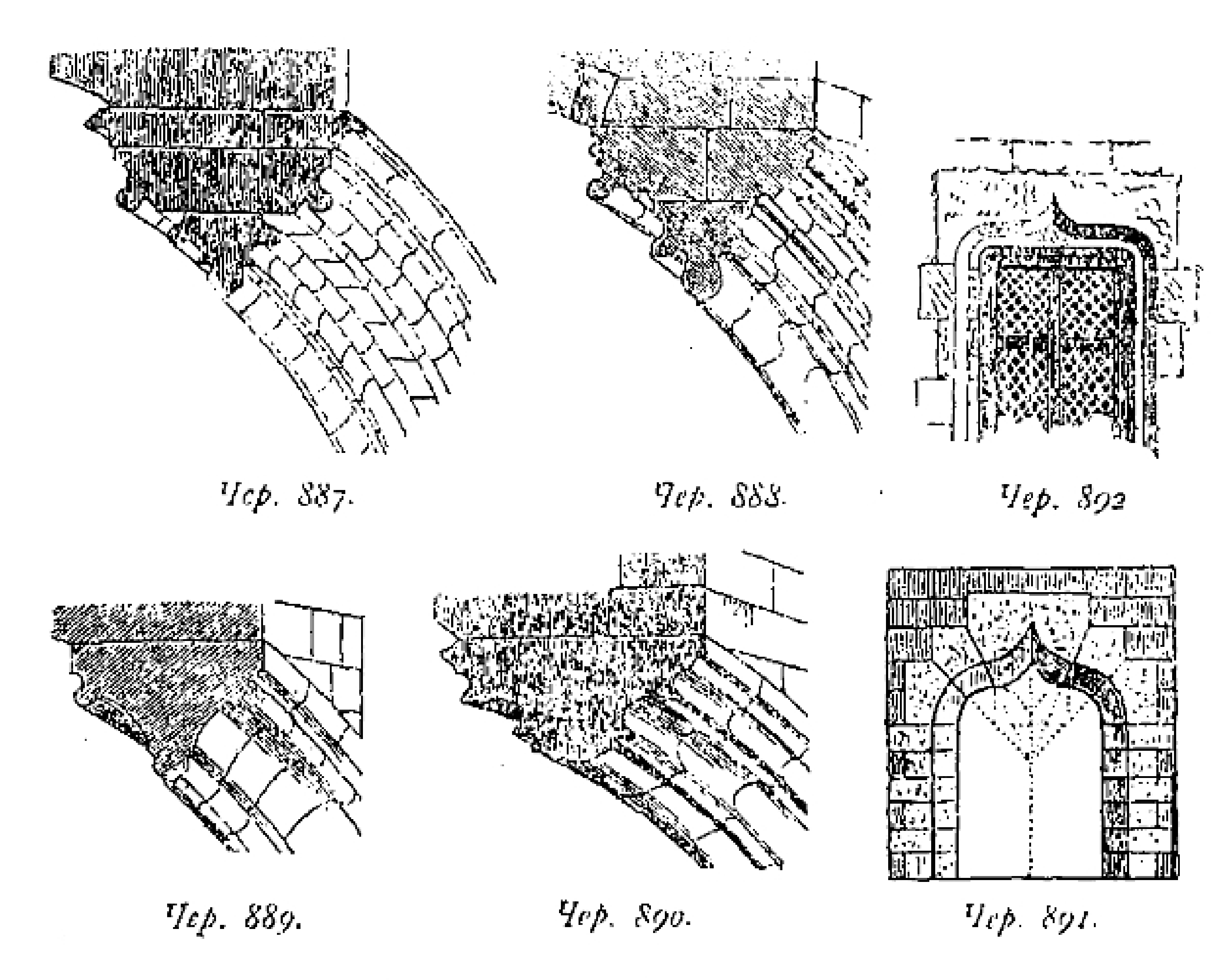


Чер. 882. Чер. 883. Чер. 885. Чер. 884. Чер. 886.

ченная арка, у которой направляющая состоитъ изъ 2-хъ наклонныхъ и одной горизонтальной линіи, пересѣкающихся подъ тупыми углами, показана на чер. 879 (текстъ).

Арка сжатая, сдавленная, пониженная представляетъ арку, у которой направляющая есть горизонтальная линія, оканчивающаяся четверть кругами. Очень часто примѣнялась во Франціи въ XVI вѣкѣ и встрѣчается въ Англіи въ постройкахъ XII столѣтія, чер. 880 (текстъ).

Арка подпружная. Подпружины представляютъ собою внутреннее утолщеніе сводовъ въ видахъ увеличенія ихъ прочности и даютъ возможность выводить своды меньшей толщины. Подпружины, разсматриваемыя какъ украшенія сводовъ, служатъ для подраздѣленія цѣлой внутренней поверхности на части, которыя по величинѣ своей болѣе согласуются съ дру-



Чер. 887. Чер. 888. Чер. 892

Чер. 889. Чер. 890. Чер. 891.

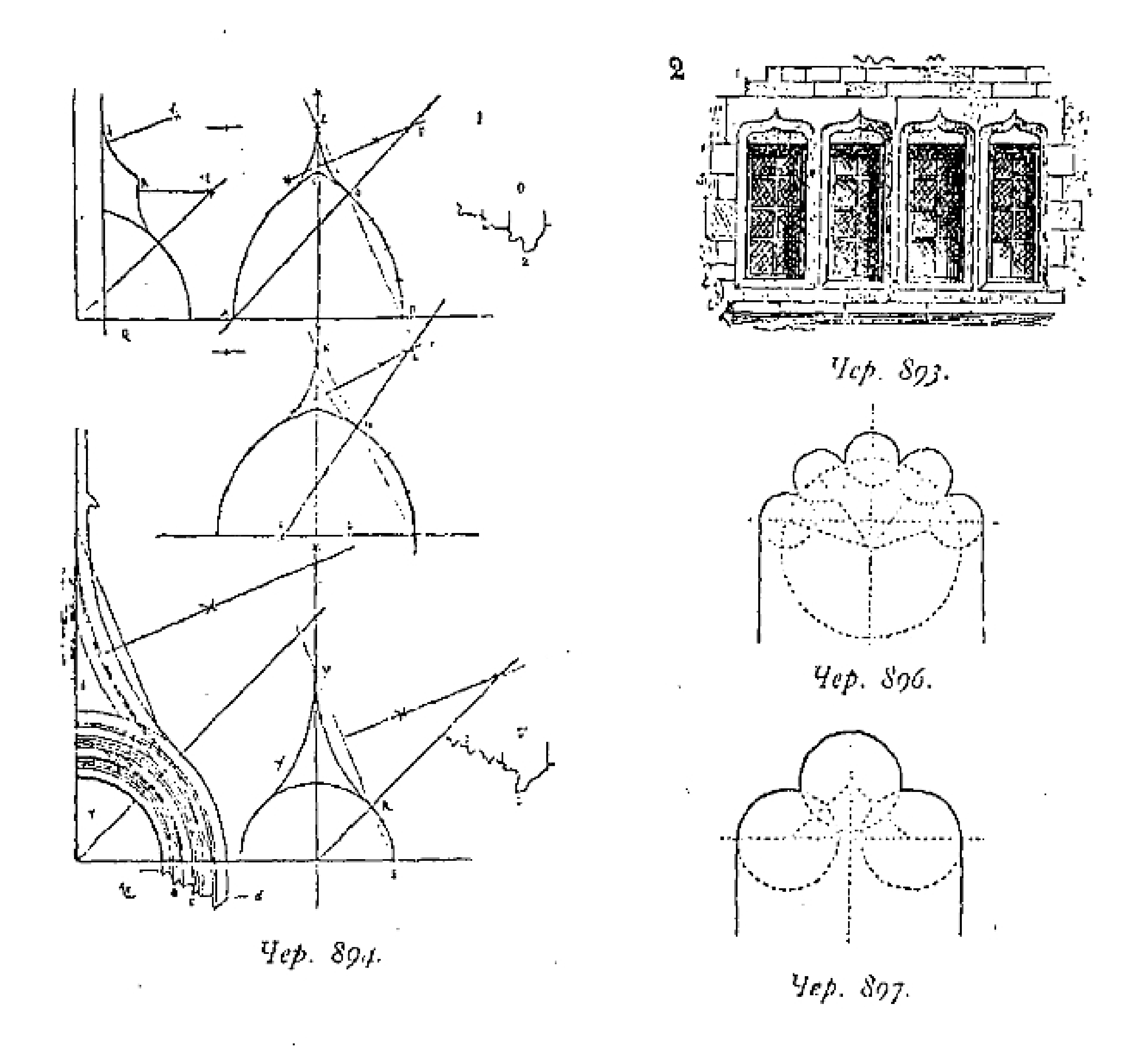
гими частями зданія, а въ размѣрахъ представляютъ поверхности болѣе пропорціональныя, чер. 881—890 (текстъ).

Арка скобчатая, килевая, каблучковая, у которой направляющая состоитъ изъ соединенія двухъ каблуковъ или гуськовъ и вычерчивается изъ 4-хъ центровъ. Начало примѣненія ея къ постройкамъ относится къ XV столѣтію, употреблялась во Франціи, Англіи и въ сѣверныхъ странахъ, въ особенности въ гражданскихъ постройкахъ, для вѣнчанія дверей, оконъ и проч. Она примѣнялась какъ для каменныхъ, такъ и для деревянныхъ построекъ, чер. 891—893 (текстъ).

Арка перегнутая или *вогнутая,* которой направляющая состоитъ изъ двухъ опрокинутыхъ кривыхъ, соприкасающихся

между собою и вѣнчающихъ стрѣльчатую, а иногда и полуциркульную арки. Онѣ вычерчиваются посредствомъ четырехъ центровъ, чер. 894 (текстъ); часто примѣнялись строителями XV и XVI столѣтій.

Примѣненная къ полуциркульнымъ аркамъ весьма часто употребляется и въ настоящее время при постройкахъ византійскаго стиля, для вѣнчанія арокъ, дверей, оконъ и кокошниковъ, чер. 894 (текстъ).



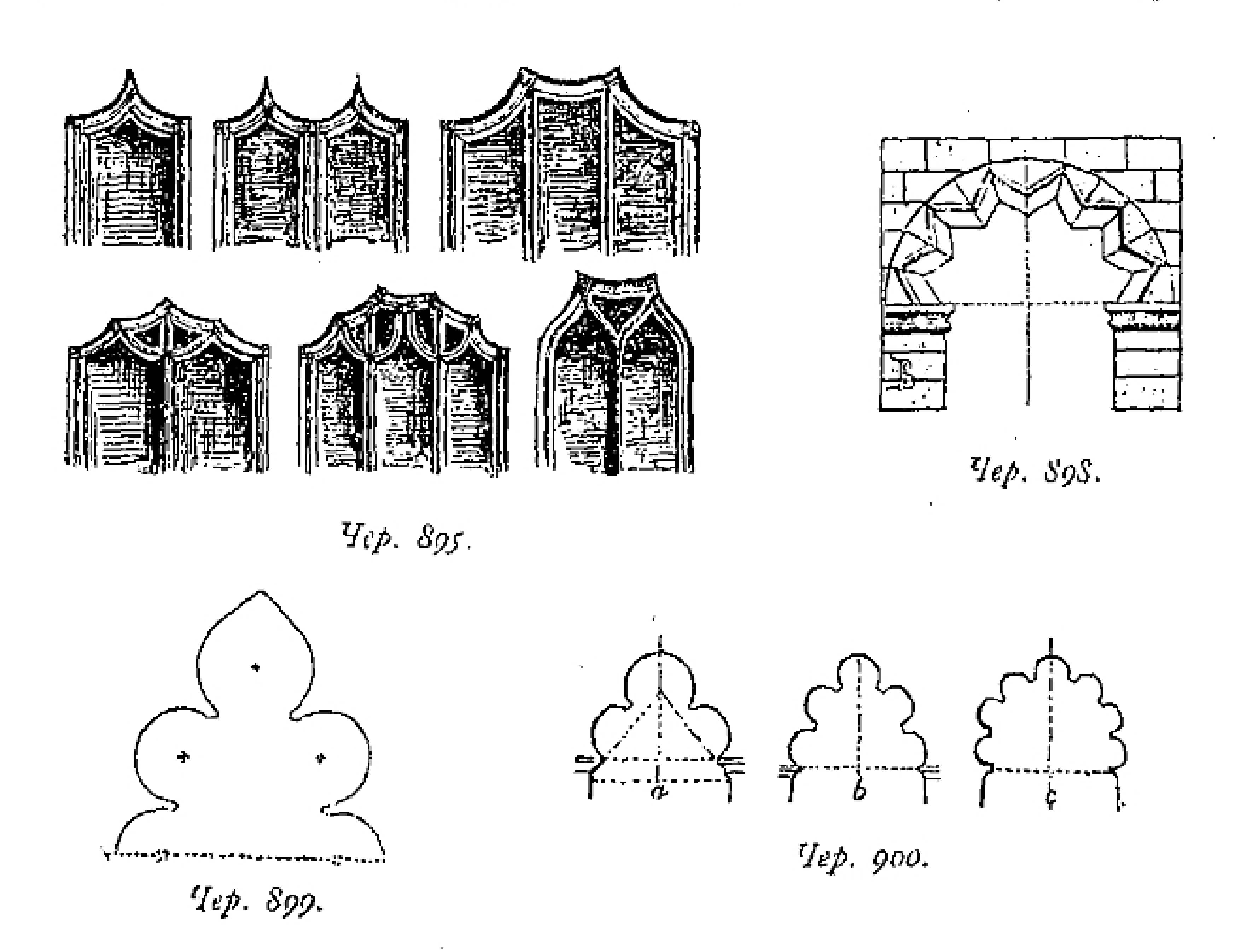
Чер. 894. Чер. 893. Чер. 896. Чер. 897.

На чер. 895 (текстъ) представлено крайне нераціональное примѣненіе этихъ арокъ для оконъ строителями конца готическаго стиля.

Арка лопастная, внутренняя поверхность которой обыкновенно состоитъ изъ нѣсколькихъ лопастей; число лопастей бываетъ нечетное: три, пять, семь и проч. Въ роман-

скомъ стилѣ примѣнялись полуциркульныя трехъ-лопастныя арки; въ готическомъ стилѣ употребляли многолопастныя стрѣльчатыя арки. Пяти-лопастная арка чаще всего примѣнялась въ постройкахъ мавританскаго стиля, 896 — 901 (текстъ).

Арка зигзагами, зубчатая, принадлежитъ къ числу арокъ романскаго стиля, внутренняя поверхность которыхъ пере-



Чер. 895.

Чер. 898.

Чер. 899.

Чер. 900.

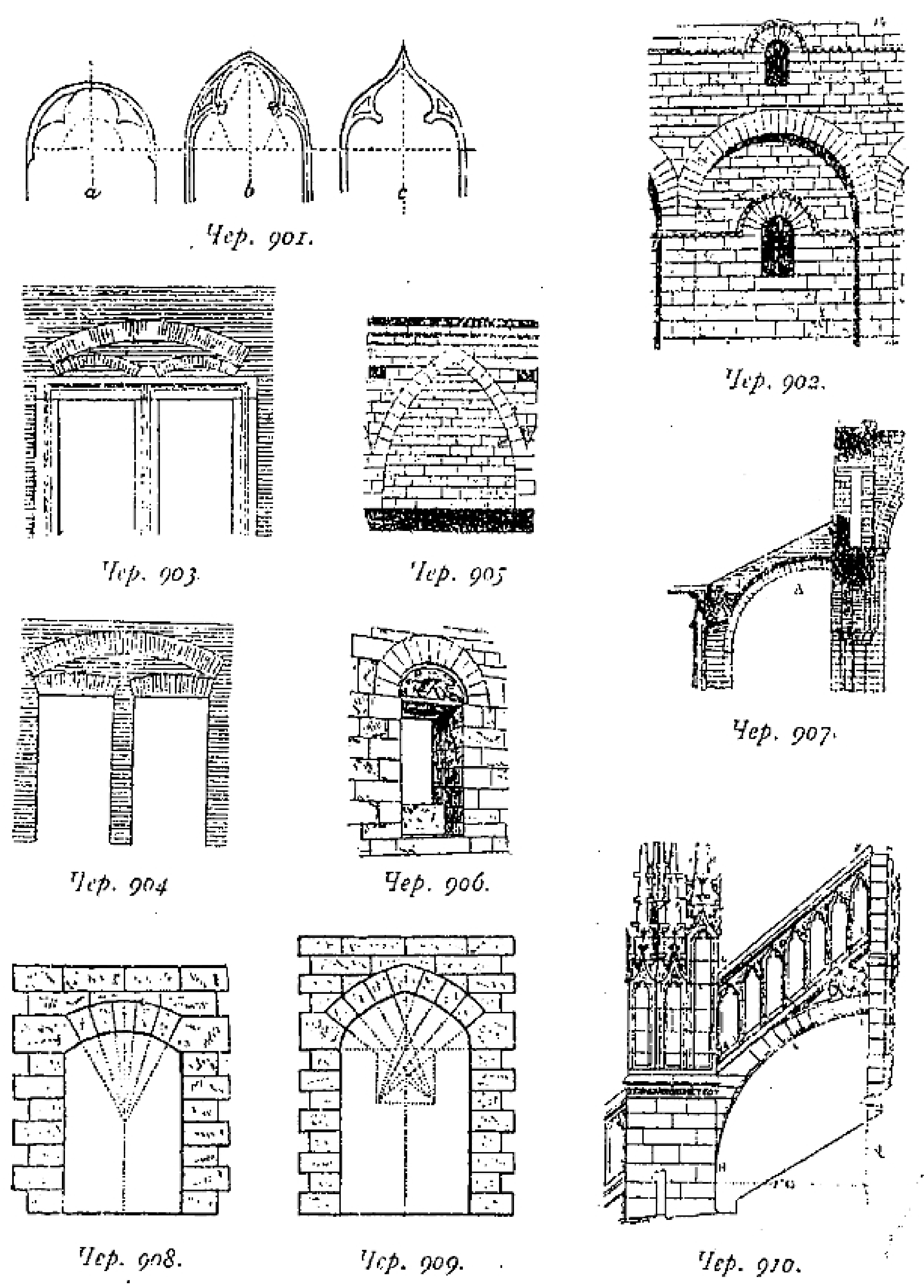
сѣчена зигзагами. Примѣнялась къ постройкамъ XI и XII столѣтій, чер. 898 (текстъ).

Арка разгрузная, которая устраивается надъ покрытымъ уже отверстіемъ, какъ напримѣръ надъ окномъ. Назначеніе ея состоитъ въ томъ, чтобы слабое покрытіе отверстія (въ этомъ случаѣ оконную перемычку) защитить отъ груза части стѣны, лежащей надъ покрытіемъ, чер. 902, 903—906 (текстъ).

Арка обратная, опрокинутая, устраивается въ толщинѣ стѣнъ и служитъ для распредѣленія давленія, производимаго отдѣльными упорами на промежутки, заключающимся между

опорами. Таковыя арки весьма часто примѣняются при устройствѣ фундаментовъ зданій, чер. 844 (текстъ).

Арка подпорная или упорная есть наклонно поставленная

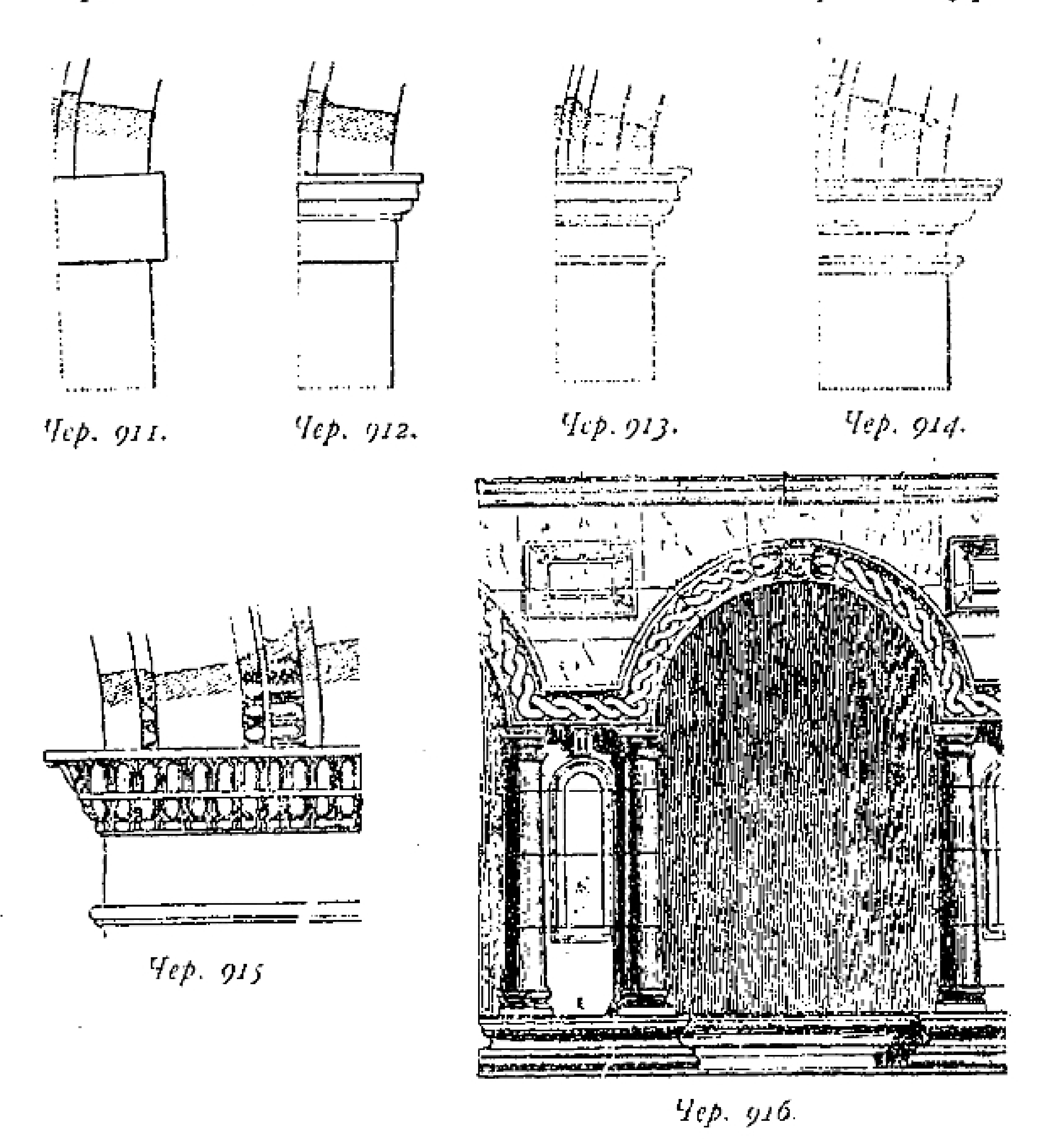


Чер. 901. Чер. 902. Чер. 903. Чер. 905. Чер. 907. Чер. 904. Чер. 906. Чер. 908. Чер. 909. Чер. 910.

прямая арка, которая подпираетъ какую либо часть строенія, подверженную горизонтальному распору чер. 907 и 910 (текстъ).

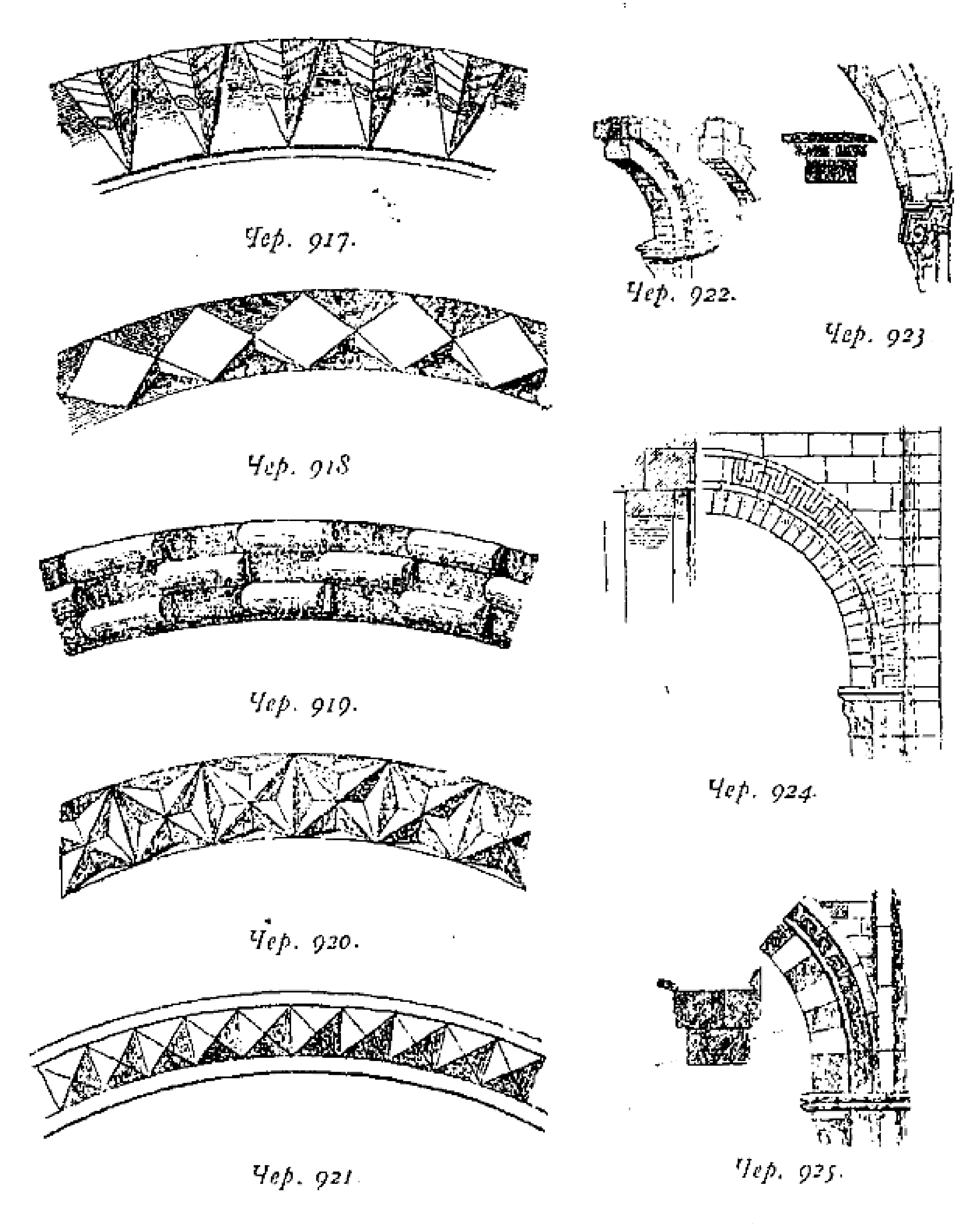
Арки опираются пятами своими на стѣны, обыкновенные столбы или устои на устои обдѣланные полуколоннами или пилястрами и въ рѣдкихъ случаяхъ на колонны.

d) Въ большинствѣ случаевъ арки отдѣляются отъ своихъ опоръ особымъ поясомъ, который смотря по роду и характеру зданія, а также въ зависимости отъ архитектурнаго


Чер. 911. Чер. 912. Чер. 913. Чер. 914.
Чер. 915
Чер. 916.

ордена, въ которомъ зданіе строится, представляетъ иногда простой поясокъ чер. 911 (текстъ), несложный карнизъ, чер. 912 (текстъ), а иногда состоитъ изъ многихъ обломовъ, богато украшенныхъ различными орнаментами, чер. 913, 914 и 915 (текстъ). Поясъ этотъ называется *импостомъ* или *заплечникомъ*.

Въ эстетическомъ отношенін значеніе заплечниковъ то, что они, отдѣляя прямую часть отъ криволинейной, удовлетворяютъ эстетическому правилу расчлененія. Во внутрен-



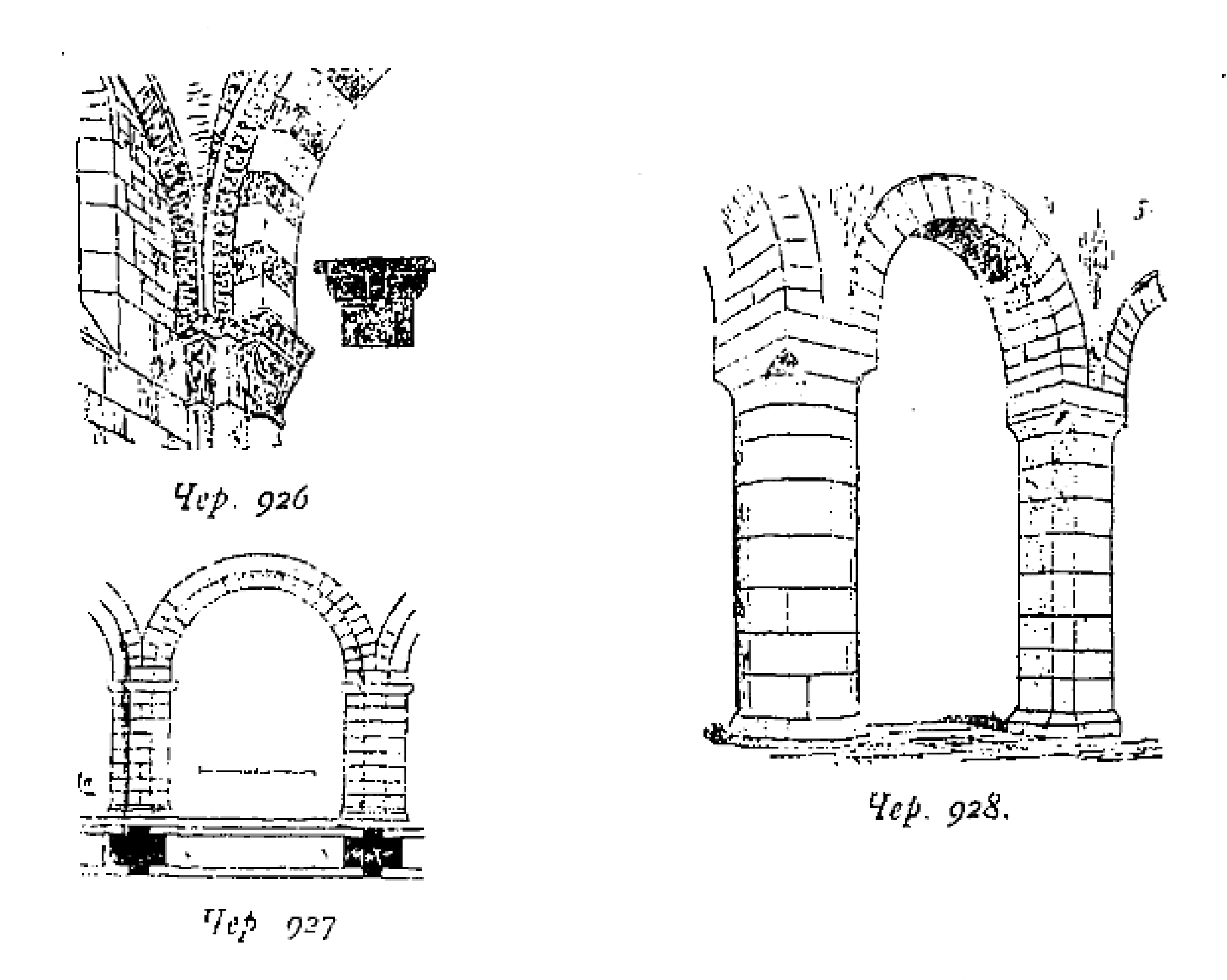
Чер. 917. Чер. 918 Чер. 919. Чер. 920. Чер. 921

Чер. 922. Чер. 923 Чер. 924. Чер. 925.

ностяхъ зданій, арки опираются иногда на заплечники, выдающіеся изъ гладкихъ стѣнъ и поддерживаемы кронштейнами. Заплечники кладутся горизонтально, исключеніе изъ этого правила представляютъ заплечники ползучихъ и исходящихъ

арокъ, устраиваемыхъ при лѣстницахъ. Высота заплечниковъ составляетъ отъ 1/6 до 1/12 ширины просвѣта, выступъ ихъ не болѣе высоты.

е) Рамка, окаймляющая арку по ея щекѣ, называется *наличникомъ или архивольтомъ (archivolte)*. Онъ обыкновенно опирается на импосты, иногда же, замѣняя импостъ, окаймляетъ горизонтально верхнюю часть устоя и соединяется съ архивольтомъ слѣдующей арки, чер. 916 (текстъ). Такіе



Чер. 926

Чер. 927

Чер. 928.

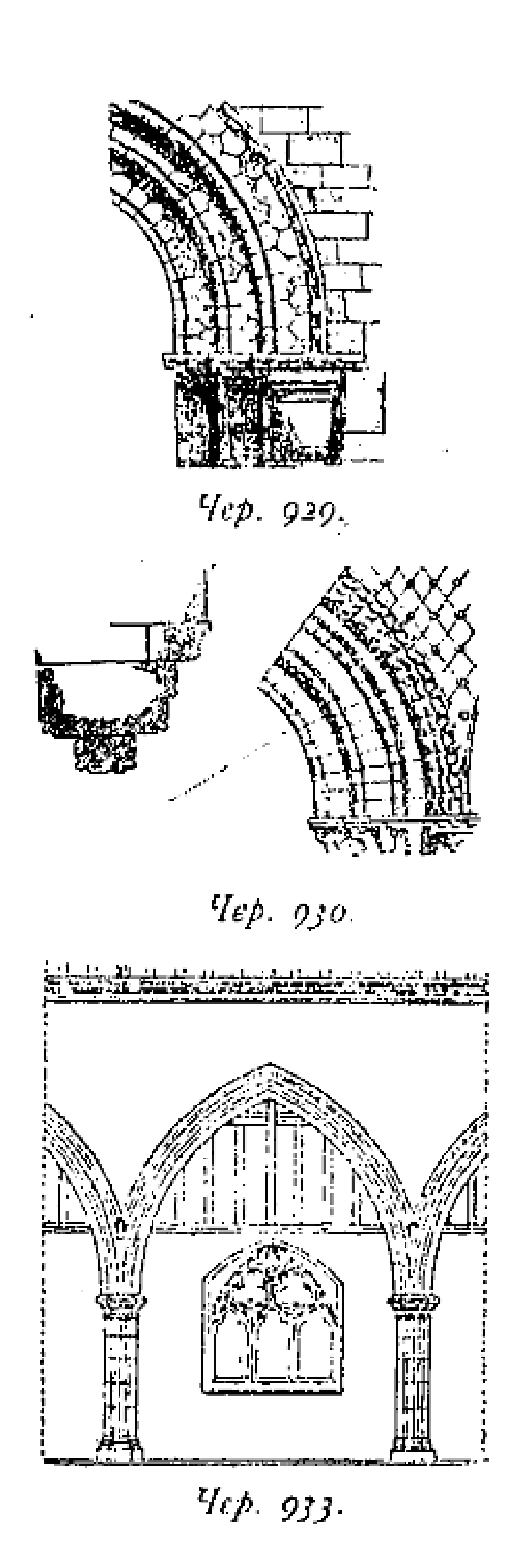
архивольты весьма часто встрѣчаются въ зданіяхъ архитектуръ романской, готической и стиля возрожденія.

Въ зданіяхъ романской архитектуры, архивольты богато украшались различными орнаментами въ видѣ зигзаговъ, пирамидальныхъ выступовъ и проч., чер. 917—921 (текстъ); ихъ дѣлали также изъ камней особаго цвѣта и тщательно обтесанныхъ въ видѣ наличника, чер. 922, 923—926 (текстъ).

Въ зданіяхъ тосканскаго и дорическаго орденовъ, они очень просты, а богато украшались при орденѣ коринѳскомъ и вообще гармонировали съ архитравомъ. Ширина архивольта назначалась въ 1/4 до 1/8 ширины арки.

Наличники, обдѣлываемые въ видѣ клиньевъ, могутъ имѣть большую ширину, чер. 927 и 928 (текстъ).

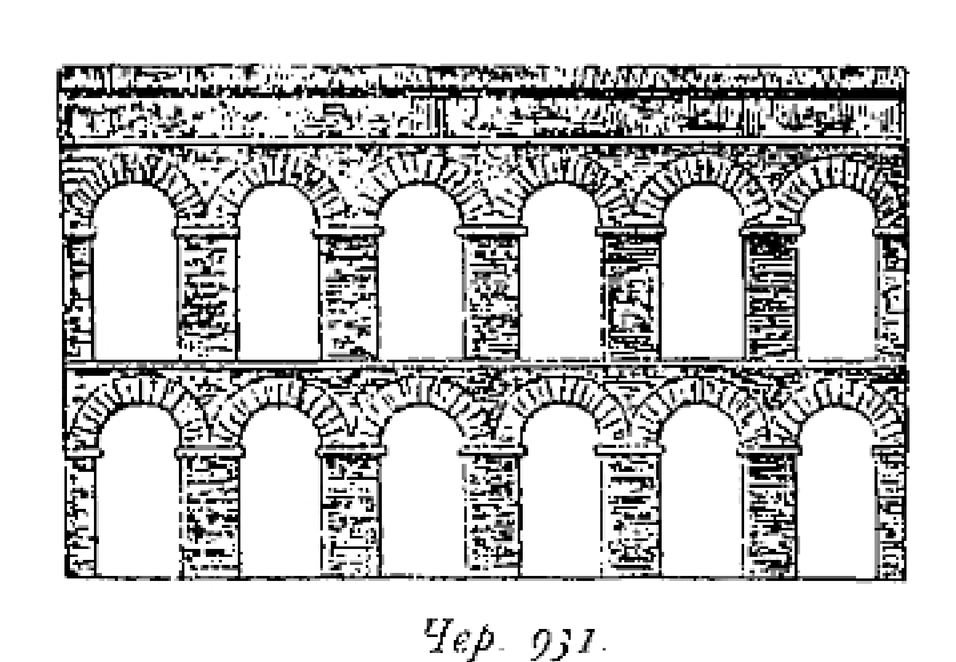
Въ узкихъ просвѣтахъ арокъ, наличники пропорціонально шире, чѣмъ въ просвѣтахъ большихъ отверстій. Если ли-



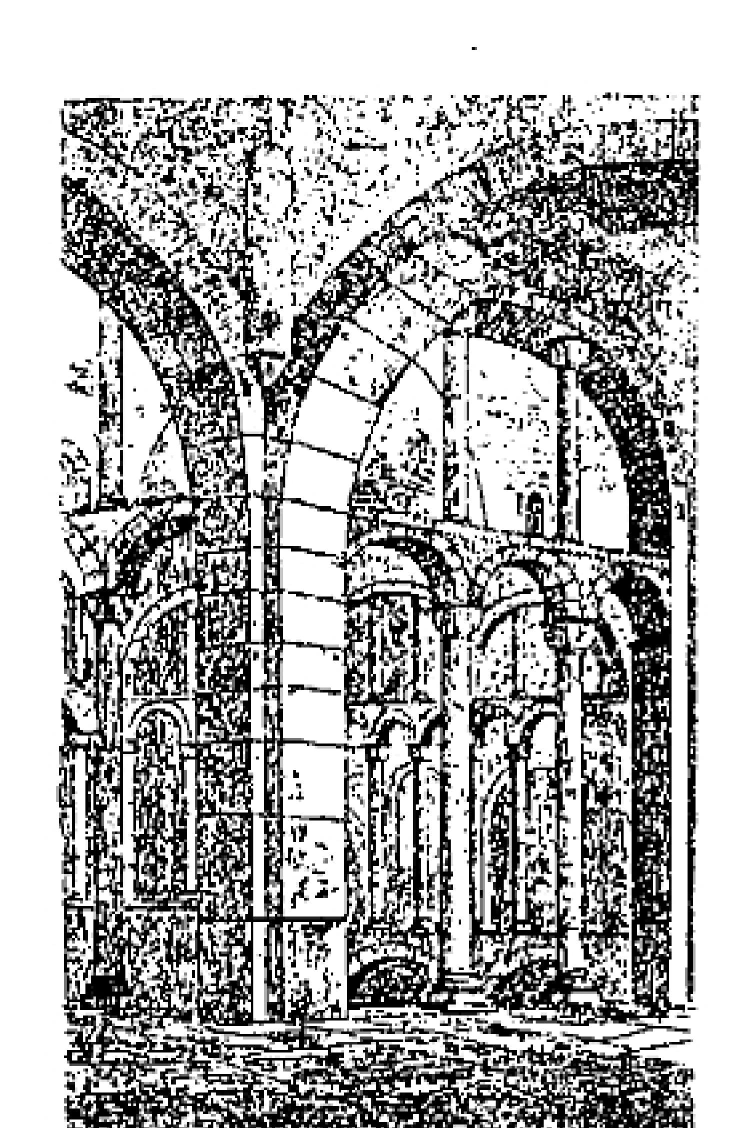
Чер. 929.

Чер. 930.

Чер. 933.



Чер. 931.



Чер. 932

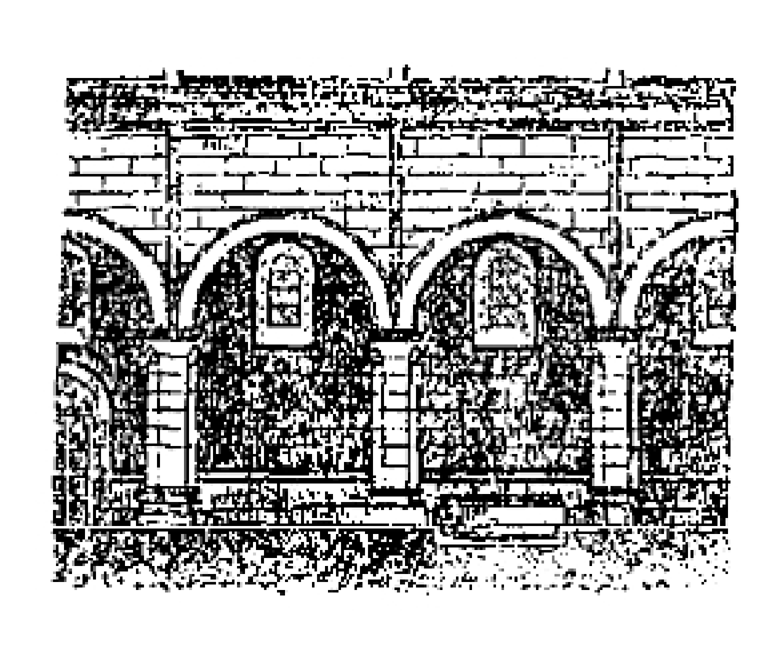
цевую сторону арки нужно обдѣлать рустиками, то общія правила расположенія рустиковъ соблюдаются и здѣсь; что касается до затрудненій въ сопряженіи нормальныхъ швовъ съ горизонтальными, то объ этомъ будетъ пояснено ниже, при описаніи способовъ кладки арокъ и сводовъ. При узкихъ

устояхъ наличники должны пересѣкаться, чего однако-же стараются по возможности избѣгать.

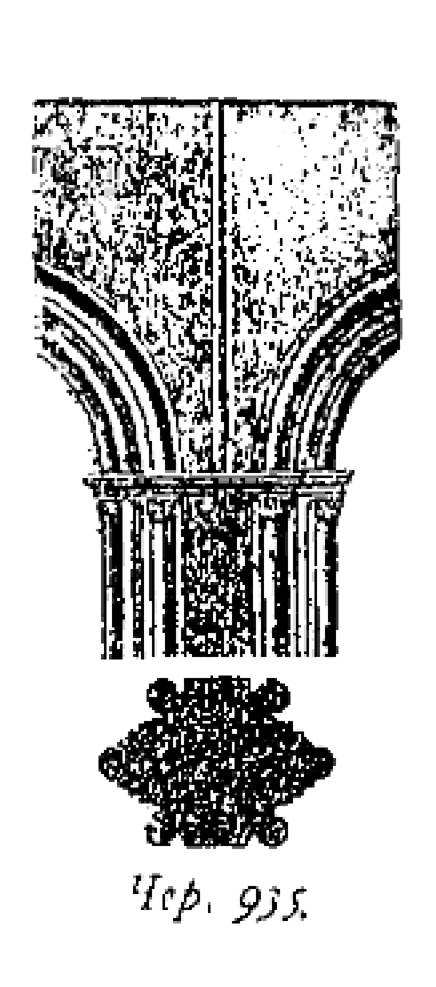
Въ вершинѣ арки архивольты пересѣкались особымъ украшеніемъ, называемымъ *ираффомъ* или *консолемъ*.

Такія украшенія особенно часто примѣнялись при аркахъ тріумфальныхъ, чер. 955 (атласъ).

Римляне въ тріумфальныхъ аркахъ, на далеко выступающихъ ключахъ, помѣщали статуи. Внутренняя грань арокъ, большею частію, остается гладкою; при рустикахъ, сдѣланныхъ на лицевой части арки, можно продолжить ихъ и по внутренней поверхности.



Чер. 934.



Чер. 935.

До XI столѣтія весьма рѣдко случалось, чтобы арки устраивались безъ архивольта, наоборотъ, въ XI, XII и XIII вѣкахъ, въ случаяхъ постройки зданій не особенно выдающихся, взамѣнъ архивольтовъ на аркахъ, дѣлались простыя скоски (фаски).

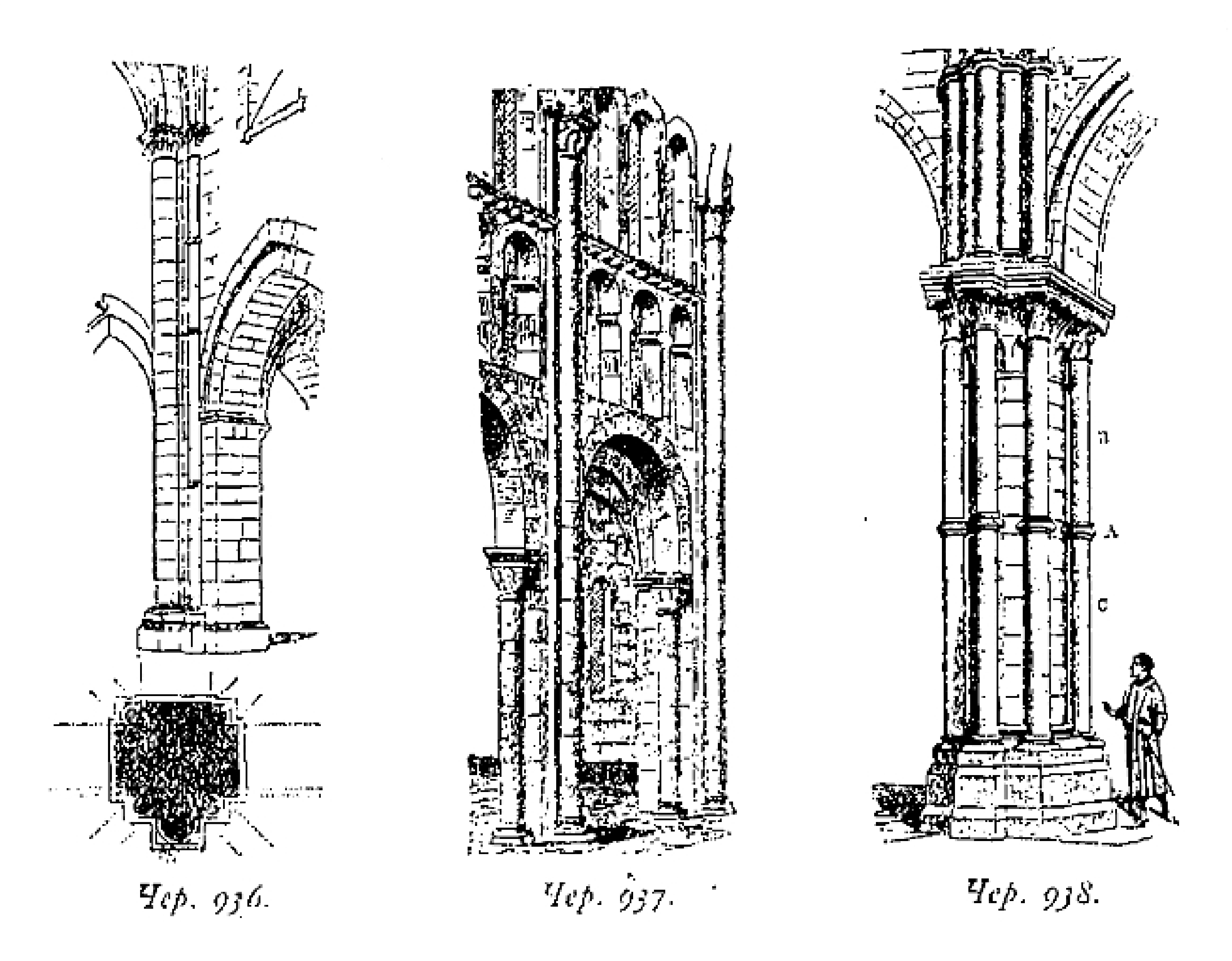
Въ теченіе большей части эпохи среднихъ вѣковъ, архивольты представляли выступающую рамку, окаймлявшую арки, украшенную различными орнаментами, затѣмъ, въ концѣ XIV столѣтія они стали замѣняться концентрическими обломами, расположенными уступами, одинъ надъ другимъ, составляющими по настоящее время принадлежность порталовъ зданій романскаго стиля, чер. 929 и 930 (текстъ).

f) *Устои* представляютъ изъ себя:

a) часть стѣны (простѣнокъ), на которую опираются арки, взятую между двумя арками.

Такіе устои въ средніе вѣка украшались нишами и статуями, чер. 931 (текстъ) и 927, 928 и 931 (атласъ),

d) Они могутъ имѣть видъ обыкновенныхъ и столбовъ, состоящихъ изъ группы колоннъ или же обдѣланныхъ полу-



Чер. 936. *Чер. 937.* *Чер. 938.*

колоннами, антами и пилястрами, чер. 927 и 932—938 (текстъ).

При послѣдовательномъ развитіи римскаго стиля, архитравныя покрытія были оставляемы, а вмѣсто нихъ употреблялись арки; впрочемъ, подпоры этихъ арокъ сохраняли форму колоннъ.

Подобное нераціональное употребленіе колоннъ повлекло за собою нѣкоторыя неудобства, а именно, пропорціи колоннъ, созданныя греками, оказались слишкомъ слабыми для поддержанія арокъ и тонкія капительныя доски (абаки) не представляли надежной опоры для арочныхъ пятъ. Послѣднее удобство старались отстранить, вводя между капителью

и пятами арокъ особенныя толстыя плиты. Вслѣдствіе этой же самой причины произошли *кубическія капители*, часто встрѣчаемыя въ романскомъ и византійскомъ стиляхъ, чер. 939 (атласъ). Капители эти, переходя прямо отъ ствола въ четырехъ-гранную форму, представляютъ прочную опору пятамъ арокъ. Съ развитіемъ названныхъ стилей, стволы колоннъ дѣлались короче, а увѣнчанія становились массивнѣе, такъ что колонны пріобрѣли, наконецъ, формы, соотвѣтственныя своему новому назначенія — быть подпорами арокъ и сводовъ. Но когда впослѣдствіи арки приняли въ поперечномъ своемъ сѣченіи формы круглыя, на подобіе валовъ, то всѣ прежнія измѣненія капителей оказались безполезными, потому что круглый стволъ могъ быть сопряженъ съ круглою аркою безъ всякихъ промежуточныхъ частей. Наконецъ, въ готическомъ стилѣ, въ которомъ очень часто своды, сливаясь съ своими устоями, имѣли одинаковыя профили и въ которомъ устои представляются въ видѣ пука или группы колоннъ, нерѣдко можетъ встрѣтить устои, ничѣмъ не отдѣленные отъ сводовъ; въ нихъ или совсѣмъ нѣтъ капителей, или они служатъ только для означенія начала арокъ, чер. 931 (атласъ).

Съ возрожденіемъ древняго стиля, древнія колонны снова начали употребляться для поддержанія арокъ, и хотя при этомъ способѣ возведено много арокъ легкой и красивой формы, однако же большое количество желѣза, необходимое для скрѣпленія арокъ, доказываетъ нераціональность подобныхъ формъ.

Изъ всего вышеизложеннаго слѣдуетъ, что, принявъ за правило употреблять только такія формы частей зданія, которыя прямо и просто соотвѣтствуютъ своему назначенію, надобно поддерживать аркады устоями; что касается до арокъ на колоннахъ (преимущественно парныхъ), то онѣ могутъ быть употребляемы только при такихъ зданіяхъ, въ которыхъ легкій и нарядный видъ составляетъ одно изъ главныхъ условій.

Для избѣжанія квадратной формы устоевъ, придающей всегда сооруженію нѣсколько суровый видъ, срѣзываютъ устои и самыя арки такъ, чтобы поперечное сѣченіе столба

принимало форму осьмиугольника, а сѣченіе арки — части этой фигуры, чер. 928 и 934 (текстъ).

Профили устоевъ, въ видѣ пука полуколоннъ, составляющихъ продолженіе валовъ, составляющихъ сѣченіе арки, показаны на чер. 935, 938 (текстъ) и 949 (атласъ).

§ 78. Непрерывный рядъ нѣсколькихъ арокъ, опирающихся на устои или колонны, называется *аркадою.*

До начала готическаго стиля арки аркадъ дѣлались полуциркульными. Въ средніе вѣка, кривыя арки имѣли сложную форму (трехъ-лопастную); во время стиля возрожденія, арки аркадъ опять приняли форму полуциркульную и часто примѣнялись арки коробовыя.

Въ началѣ аркады опирались исключительно на устои, что можно замѣтить и въ настоящее время въ остаткахъ древнихъ зданій театровъ и амфитеатровъ; затѣмъ въ эпоху упадка ихъ начали опирать на отдѣльныя колонны, чему примѣромъ служатъ древнія базилики и большинство романскихъ церквей; наконецъ, въ готическомъ стилѣ аркады исключительно опирались на устои, составленные из группъ колоннъ.

Ряды аркадъ составляютъ наружныя или внутреннія галлереи, которыя примѣняются при постройкахъ какъ богато, такъ и скромно отдѣлываемыхъ зданій. Аркады примѣняняются при постройкѣ дворцовъ, станцій желѣзныхъ дорогъ, гостинныхъ дворовъ, госпиталей, коллегій, монастырей, тюремъ и проч.

Въ настоящее время, аркады почти исключительно составляются изъ арокъ полуциркульныхъ. Цѣлое отверстіе, покрытое аркою, ограниченное снизу — горизонтальною линіею, проходящее черезъ начало опоръ, съ боковъ — опорами арки, а сверху — самою аркою, называется *арочнымъ просвѣтомъ.*

Пропорція или отношеніе ширины просвѣта къ его высотѣ бываетъ — 1 : 1; 1 : 1½; 1 : 2; 1 : 2½ и 1 : 3. Эти отношенія принято излагать слѣдующими выраженіями: просвѣтъ арочный бываетъ въ одинъ квадратъ, въ 1½, въ 2, въ 2½ и въ 3 квадрата.

Ширина опоръ составляетъ отъ ⅕ до 1½ ширины про-

свѣта; обыкновенно употребляемыя отношенія суть слѣдующія: $^1/_3$, $^1/_2$, 1, т. ширина устоя равняется $^1/_3$ или $^1/_2$ или цѣлой ширинѣ просвѣта.

Широкія отверстія арокъ съ толстыми опорами и широкими наличниками придаютъ строенію выраженіе тяжелое и суровое: широкія отверстія съ опорами умѣренной толщины и при пропорціи просвѣта около $1^1/_2$ квадрата, приличны зданіямъ утилитарнаго назначенія. Отверстія узкія и высокой пропорціи, т. е. въ 2 и $2^1/_2$ квадрата, очень легки и красивы Просвѣты, имѣющіе въ высоту болѣе 3-хъ квадратовъ, свойственны готическому стилю и церковымъ фасадамъ.

Аркады могутъ быть раздѣлены на три главные разряда, которые, какъ уже пояснено выше, различаются между собою тѣмъ, что въ первомъ — арки поддержаны многоугольными (обыкновенно прямоугольными) или квадратными столбами или *устоями*, чер. 927, 928, 929 и 931 (атласъ), во второмъ — арки опираются на колоннахъ, чер. 933 — 935 (атласъ), въ третьемъ—арки опираются на устои, украшенные пилястрами и полуколоннами, которыя поддерживаютъ антаблементъ — вѣнчающій аркаду, чер. 930 и 932 (атласъ).

a) *Аркады на устояхъ.* При начертаніи аркады, задаются обыкновенно: оси просвѣтовъ (т. е. отвѣсныя линіи, проходящія черезъ ихъ середину), отношеніе ширины устоя къ ширинѣ просвѣта и, наконецъ, пропорціи просвѣта. Имѣя заданныя оси просвѣтовъ, раздѣляютъ промежутки между ними на двѣ равныя части и чрезъ точки дѣленія проводятъ отвѣсныя линіи: это будутъ оси устоевъ.

Пусть ширина устоевъ должна относиться къ ширинѣ просвѣта какъ $m : n$. Для опредѣленія предѣловъ устоевъ, раздѣляютъ промежутокъ между осью устоя и осью просвѣта на $m+n$ частей и изъ нихъ m частей берутъ на полу-устой, а n частей на полупросвѣтъ. Опредѣленіе высоты устоевъ, при данной ширинѣ и пропорціи просвѣта, не представляетъ никакого затрудненія.

На чер. 927—929 и 931 (атласъ) показано нѣсколько примѣровъ начертанія аркадъ, опирающихся на устои.

b) *Аркады на колоннахъ.* Колонны могутъ поддерживать арки только въ томъ случаѣ, когда арки расположены такъ,

что опоры ихъ не подвергаются никакому распору. Имѣя заданныя оси просвѣтовъ, раздѣляютъ пополамъ промежутки между ними: это будутъ оси колоннъ. По данной пропорціи просвѣта опредѣляютъ высоту опоры и, раздѣливъ ее на нѣсколько равныхъ частей (соотвѣтственно ордену колонны), получаютъ модуль колонны. Но такъ какъ въ обѣ стороны оси колонны будетъ отложено по модулю, то пропорція просвѣта измѣнится, сравнительно съ тою, которая была задана; впрочемъ, разность эта незначительна и потому обыкновенно пренебрегается. Если-бы требовалось дать просвѣту точно заданную пропорцію, то можно отыскать величину модуля, посредствомъ слѣдующаго исчисленія.

Пусть a — разстояніе между осью просвѣта и осью колонны, а x — искомый модуль. Въ этомъ случаѣ:

$2\,(a-x)$ означитъ ширину просвѣта, которая должна заключаться въ высотѣ его, положимъ, 2 раза.

Такъ какъ высота просвѣта $4\,(a-x)$ должна равняться высотѣ колонны, имѣющей m модулей и радіуса арки, который равенъ $a-x$, то получимъ уравненіе:

$$4\,(a-x = mx + (a-x), \text{ откуда}$$

$$x = \frac{3a}{m+3}$$

Графическое построеніе этого выраженія показано на чер. 933—935 (атласъ).

Аркады на парныхъ колоннахъ располагаются такъ, что ширина устоевъ, образуемая парою колоннъ, равна или половинѣ или трети ширины просвѣта. Первое расположеніе можетъ быть употреблено для тосканскихъ и дорическихъ колоннъ; второе для іоническихъ и кориноскихъ. Въ первомъ случаѣ раздѣляютъ разстояніе между осями просвѣтовъ на три равныя части и тогда полученныя точки дѣленія означатъ оси колоннъ. Во второмъ случаѣ раздѣляютъ промежутокъ между осями просвѣтовъ на 8 частей, *третье и пятое* дѣленіе означаютъ оси колоннъ. Для опредѣленія модуля колоннъ означаютъ высоту опоръ по данной пропорціи просвѣта и раздѣляютъ ее на столько частей, сколько модулей будетъ заключаться въ данной колоннѣ и въ архи-

травѣ, соединяющемъ пару колоннъ. Для болѣе точнаго опредѣленія модуля, можно руководствоваться правиломъ, изложеннымъ въ предъидущемъ примѣрѣ, чер. 934 и 935 (атласъ).

c) *Аркады на устояхъ, украшенныхъ пилястрами*. Для начертанія такихъ аркадъ, задавъ себѣ ось колонны и высоту ордена, украшающаго аркаду, раздѣляютъ высоту эту на столько равныхъ частей, сколько модулей должно заключаться въ колоннѣ и ея антаблементѣ; одно изъ этихъ дѣленій будетъ модулемъ пилястры; всѣ прочія части аркады означатся въ частяхъ модуля. По вычерченіи одной пилястры, откладываютъ въ обѣ ея стороны по одному модулю (а иногда и по половинѣ модуля) — это означитъ ширину устоя. Высота арочнаго просвѣта обыкновенно равна высотѣ пилястры съ базою (до капители); ширина его опредѣлится по опредѣленной высотѣ и данной пропорціи. Отложивъ отъ границы ширины просвѣта половину ширины устоя, получимъ ось другой пилястры. Высота подплечника и ширина наличника составляетъ отъ ½ до 1-го модуля.

Если-бы, подобно всѣмъ предъидущимъ случаямъ, при начертаніи арки заданы были оси просвѣтовъ и ихъ пропорціи, то величина модуля x опредѣлится изъ уравненія:

$$2\,(2a-4x)=(m-1)\,x,$$

гдѣ $2a$ означаетъ разстояніе между осями просвѣта; множитель 2, за скобкою — пропорцію просвѣта (2 квадрата); m = числу модулей, заключенныхъ въ колоннѣ, а 1 — число модулей въ капители.

При аркадахъ, украшенныхъ полуколоннами, которыя поставлены на пьедесталахъ, начертаніе ихъ производится также, какъ и въ предъидущемъ примѣрѣ, съ тою только разницею, что отъ оси колонны въ обѣ ея стороны откладываются по 1½ модуля на ширину устоя. Если въ просвѣтѣ находятся балюстрады или окна, то высота пьедестала согласуется съ высотою балюстрады или подоконника, чер. 932 (атласъ).

Относительно свойственныхъ римскому стилю аркадъ на устояхъ съ полуколоннами или пилястрами, поддерживающими полный антаблементъ, должно замѣтить слѣдующее:

1) Полуколонны или пилястры, помѣщенныя у устоевъ, для поддержанія антаблемента совершенно безполезны, потому что антаблементъ этотъ, опираясь на аркадѣ, не имѣетъ нужды въ помощи полуколоннъ.

2) Полный антаблементъ надъ аркадою не имѣетъ никакого архитектурнаго значенія.

3) Для объясненія того, какъ произошло это нераціональное соединеніе арокъ и колоннъ достаточно припомнить, что въ римскомъ стилѣ формы архитектурныхъ орденовъ, созданныя греками, употреблялись чисто съ декоративною цѣлью.

И дѣйствительно, такія аркады представляютъ обыкновенныя арки, къ которымъ, такъ сказать, прилѣплены колонны, безъ всякой полезной цѣли или просто для того, чтобы красивыми формами колоннады одѣть, украсить и почти скрыть главную часть сооруженія, т. е. аркаду.

4) Слѣдуетъ замѣтить, впрочемъ, что обыкновеніе усваиваетъ и оправдываетъ многія нераціональныя формы въ архитектурѣ, особенно, если, употребляя подобныя формы, строители пользуются ими, какъ средствомъ преодолѣвать затрудненія, встрѣчаемыя (въ художественномъ отношеніи) при проектированіи зданій. А такъ какъ аркады этого рода иногда дѣйствительно могутъ быть употреблены съ пользою, и такъ какъ одинъ недостатокъ ихъ, замѣченный выше, состоитъ въ несвойственномъ употребленіи орденовъ въ видѣ орнамента, то и нельзя считать аркады этого рода построеніемъ совершенно недостойнымъ подражанія.

На чертежахъ 936—1066 (атласъ) показаны различные образцы и арокъ и аркадъ съ ихъ частями изъ исполненныхъ построекъ архитектуръ: готической, романской, византійской, мавританской, церковно-византійскаго стиля и возрожденія.

§ 79. Своды, ихъ составныя части, подраздѣленіе по роду матеріала, изъ котораго они выводятся и по ихъ формѣ. а) Чер. 843 (текстъ) представляетъ сводъ, котораго внутренняя поверхность есть половина правильнаго цилиндра, имѣющаго направляющею — полуокружность. Передняя его плоскость открыта, а задняя закрыта стѣною.

Опорами или опорными стѣнами называются стѣны, на которыя опирается сводъ, т. е. такія, на которыя передаются и вертикальное давленіе и горизонтальный распоръ свода.

Щековыя стѣны суть тѣ, на которыя сводъ не опирается. Если въ сводѣ не сдѣлано щековыхъ стѣнъ, то онъ называется открытымъ; таковы, напримѣръ, своды, покрывающіе ворота.

Щекою свода называется поперечное сѣченіе свода. Оно можетъ быть видимо только при открытыхъ сводахъ, *т. н. т.*, чер. 843 (текстъ).

Наружная поверхность свода есть поверхность, ограничивающая сводъ сверху.

Внутренняя поверхность свода есть поверхность, ограничивающая сводъ снизу.

Верхняя точка направляющей свода называется *вершиною.*

Линія, проведенная движеніемъ вершины, составляетъ *верхнюю линію свода.*

Пятами свода называютъ верхнюю поверхность опоры, приготовленную для принятія свода.

Началомъ свода называютъ нижнюю поверхность первыхъ камней, составляющихъ сводъ; изъ этого слѣдуетъ, что начало свода опирается на его пяты.

Отверстіемъ или шириною направляющей свода называется разстояніе между начальными ея точками.

Высотою подъема или стрѣлою направляющей свода называется ордината ея, соотвѣтствующая вершинѣ или, другими словами, возвышеніе вершины надъ плоскостью, проходящею чрезъ начальныя точки направляющей свода.

Сопрягающими линіями называются прямыя, начертанныя на щекѣ свода и имѣющія обыкновенно направленіе нормальное къ направляющей. Разстояніе между ними означаетъ ширину камней, составляющихъ сводъ. Если представимъ себѣ, что сопрягающія линіи движутся вмѣстѣ съ направляющею свода (при образованіи внутренней его поверхности), то въ этомъ случаѣ они произведутъ плоскости или вообще какія-либо поверхности, которыя называются *сопрягающими плоскостями или поверхностями,*

Клинья свода суть камни, составляющіе сводъ. Верхній камень называется *замокъ или ключъ свода*. Клинья, заключенные между двумя смежными сопрягающими плоскостями, называютъ *рядомъ клиньевъ*. Рядъ клиньевъ состоитъ изъ нѣсколькихъ камней, которыхъ плоскости соприкасанія называются *стыками клиньевъ*. Стыки клиньевъ въ смежныхъ рядахъ кладутся въ перевязку. Рядъ замочныхъ клиньевъ называется *шелыгою*.

Пазухою свода называется пространство, заключающееся между частью опорной стѣны, поднятою выше пятъ свода и внѣшнею поверхностью свода. Но, если два смежные свода опираются на одну опору, которая не возвышена надъ пятами, то пазухою называютъ пространство между внѣшними поверхностями этихъ смежныхъ сводовъ.

b) По роду матеріала, употребляемаго на исполненіе сводовъ, они подраздѣляются: па своды изъ тесоваго камня, своды изъ камней небольшихъ размѣровъ, своды кирпичные и своды бетонные или литые.

Своды изъ тесоваго камня весьма рѣдко примѣняются въ гражданскихъ постройкахъ, вслѣдствіе ихъ дороговизны исполненія, затруднительной работы, значительнаго ихъ груза и, наконецъ, обязательнаго условія возможной простоты ихъ формы, что затрудняетъ удовлетвореніе условіямъ эстетическимъ и дѣйствительно:

Тесовый камень худо связывается растворомъ; вслѣдствіе этого, своду и его опорамъ должны быть придаваемы такія измѣренія, чтобы онъ держался въ равновѣсіи, только при извѣстномъ расположеніи составляющихъ его клиньевъ; вязкость раствора не можетъ быть принимаема здѣсь въ разсчетъ. Очевидно, что своды этого рода грузны и требуютъ сильныхъ опоръ.

При устройствѣ сводовъ изъ тесоваго камня, необходимо для каждаго камня приготовить шаблоны почти всѣхъ его граней. Для точнаго изготовленія этихъ шаблоновъ, слѣдуетъ составлять эпюру свода въ настоящую величину, при пособіи всѣхъ средствъ, доставляемыхъ знаніемъ начертательной геометріи. Затрудненія, встрѣчающіяся въ практикѣ, при проектированіи сводовъ изъ тесоваго камня, такъ раз-

нообразны и представляютъ такое обширное поле для приложенія правилъ начертательной геометріи, что по необходимости изслѣдованіе этого вопроса должно было сдѣлаться предметомъ особенной отрасли начертательной геометріи, извѣстной подъ названіемъ *разрѣзки камней.*

Техническія затрудненія обтески клиньевъ тесовыхъ сводовъ и обязательная значительная толщина ихъ опоръ и ихъ самихъ значительно увеличиваетъ стоимость исполненія этихъ сводовъ.

Своды кирпичные. Связываясь очень плотно растворомъ, кирпичи составляютъ какъ-бы однородную массу. Свойство это даетъ возможность устраивать очень тонкіе, а слѣдовательно легкіе своды. Легкость самого свода и нераздѣльность его массы составляетъ причины, по которымъ онъ мало, а иногда почти и совершенно не распираетъ опоръ своихъ; отсюда очевидно происходитъ возможность тонкихъ опоръ.

Для устройства кирпичнаго свода надобно только приготовить форму его, т. е. кружала или лекалы. При пособіи этихъ формъ кирпичъ кладется безъ затрудненія и безъ предварительнаго подготовленія. Если кирпичъ долженъ быть подтесанъ, то это производятъ во время самой кладки, соображая притеску его съ мѣстомъ, которое онъ долженъ занять. Слѣдовательно, техническое исполненіе сводовъ очень просто.

Принимая въ соображеніе, что, при небольшой толщинѣ опоръ и самого свода, матеріала выходитъ немного, что легкость исполненія требуетъ меньшаго числа и не такихъ искусныхъ рабочихъ, какъ при каменныхъ сводахъ и, наконецъ, что кирпичные своды требуютъ легкихъ кружалъ, а иногда могутъ обходиться и безъ нихъ — очевидно, что устройство кирпичныхъ сводовъ гораздо дешевле каменныхъ.

Нераздѣльность массы кирпичныхъ сводовъ даетъ возможность придавать сводамъ самыя разнообразныя формы и исполненіе этихъ формъ не представляетъ затрудненій.

Своды изъ камней небольшихъ размѣровъ, хорошо связывающихся растворомъ, устраиваются по тѣмъ же правиламъ, какъ и кирпичные своды и имѣютъ тѣ-же свойства. Стало быть все то, что сказано выше о кирпичныхъ сводахъ, относится и къ сводамъ изъ камией небольшихъ размѣровъ.

Своды горшечные по роду матеріала аналогичны со сводами кирпичными. Они легче кирпичныхъ сводовъ, но кладка представляетъ болѣе затрудненій по той причинѣ, что горшки не иначе могутъ быть употребляемы, какъ цѣльные.

Своды бетонные или литые употреблялись римлянами, вообще чрезвычайно прочны, лучшимъ доказательствомъ чему служитъ то, что они существуютъ до сихъ поръ и притомъ большую частію въ развалинахъ древнихъ зданій, т. е. въ такомъ положеніи, въ которомъ на нихъ безпрепятственно дѣйствуютъ всѣ разрушительныя силы атмосферы. Относительно легкости и отсутствія распора они вполнѣ подходятъ къ кирпичнымъ сводомъ. Особенность ихъ состоитъ въ томъ, что они безъ всякаго затрудненія могутъ принимать разнообразныя формы; съ другой стороны внутренняя ихъ поверхность весьма легко украшается всевозможными углубленіями (кессонами).

Въ настоящее время литые своды примѣняются рѣдко вслѣдствіе того, что во многихъ мѣстностяхъ кирпичные своды при тѣхъ-же свойствахъ стоятъ дешевле.

c) По формамъ своимъ своды могутъ быть:

Коробчатые или цилиндрическіе; сомкнутые, котельные или монастырскіе; крестовые, перекрестные или стрѣльчатые; парусные; бочарные; купола; вѣерные или нормандскіе; плоскіе; зеркальные и готическіе.

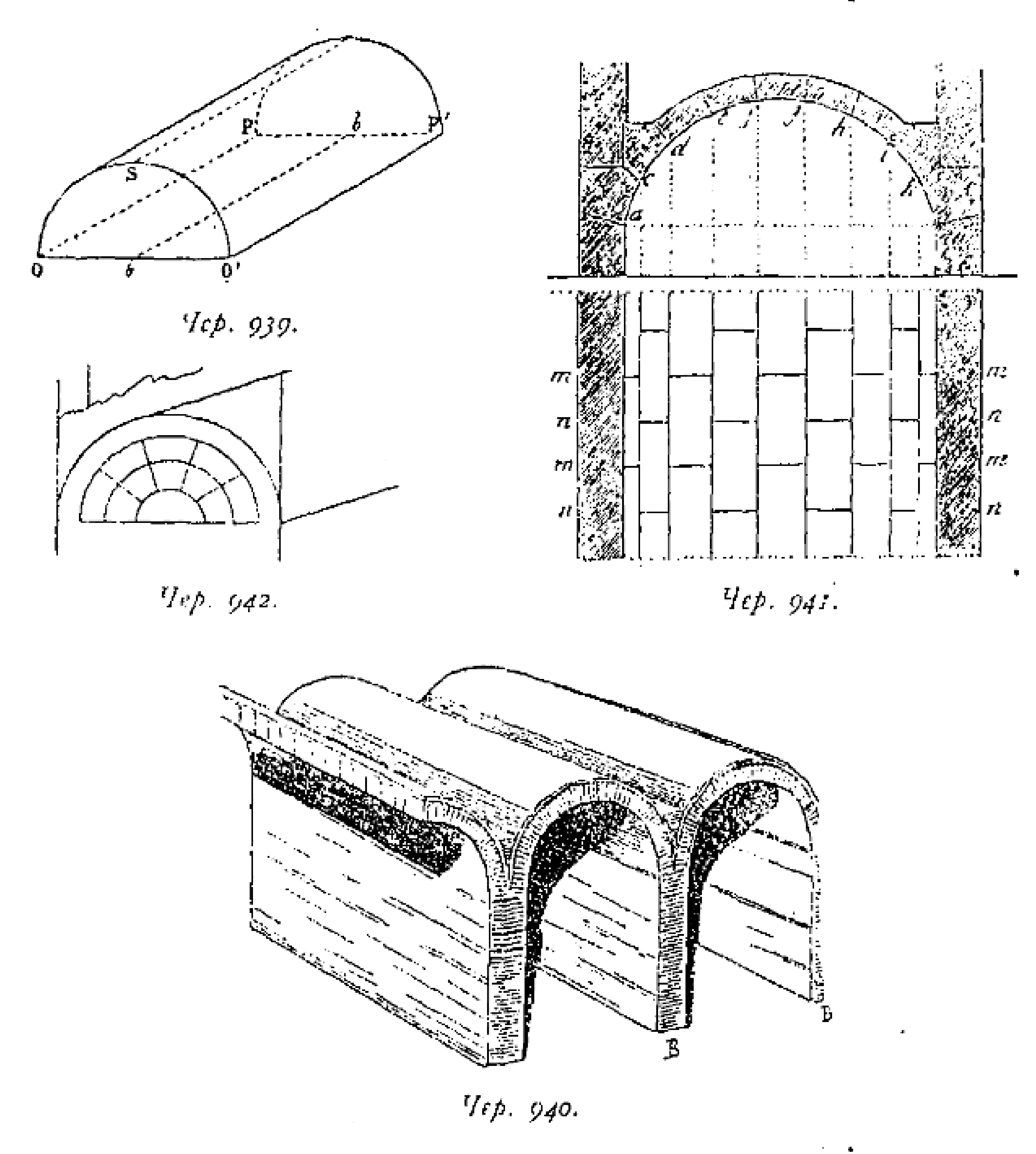
§ 80. Своды коробчатые.

a) Коробчатымъ или цилиндрическимъ сводомъ называется сводъ съ цилиндрическою внутреннею поверхностью, чер. 939 и 940 (текстъ). Коробчатый сводъ можетъ быть разсматриваемъ какъ арка, у которой ширина по оси велика; отсюда слѣдуетъ, что всѣ названія, даваемыя аркѣ, присваиваютъ и цилиндрическому своду.

Итакъ, смотря по формѣ его направляющей, онъ можетъ быть *полный* (полнаго циркуля), *лучковый*, *стрѣльчатый*, *эллиптическій*, *коробовый* и т. п.; по положенію оси и пятъ онъ можетъ быть *прямой*, *косой*, *сходящій* и *ползучій*. Если представить себѣ, что ось коробчатаго свода, вмѣсто прямого направленія, приметъ форму какой либо кривой линіи, заключающейся въ горизонтальной плоскости, то получится *коль-*

цевой сводъ. Сводъ этотъ не принадлежитъ къ цилиндрическимъ сводамъ, но устройство его очень сходно съ ихъ устройствомъ. Въ томъ случаѣ, если ось изгибается и по вертикальному и по горизонтальному направленію, на подобіе винтовой линіи, сводъ принимаетъ названіе *кольце-винтоваго.*

Разрѣзка прямого цилиндрическаго свода. На вертикальной



Чер. 939.

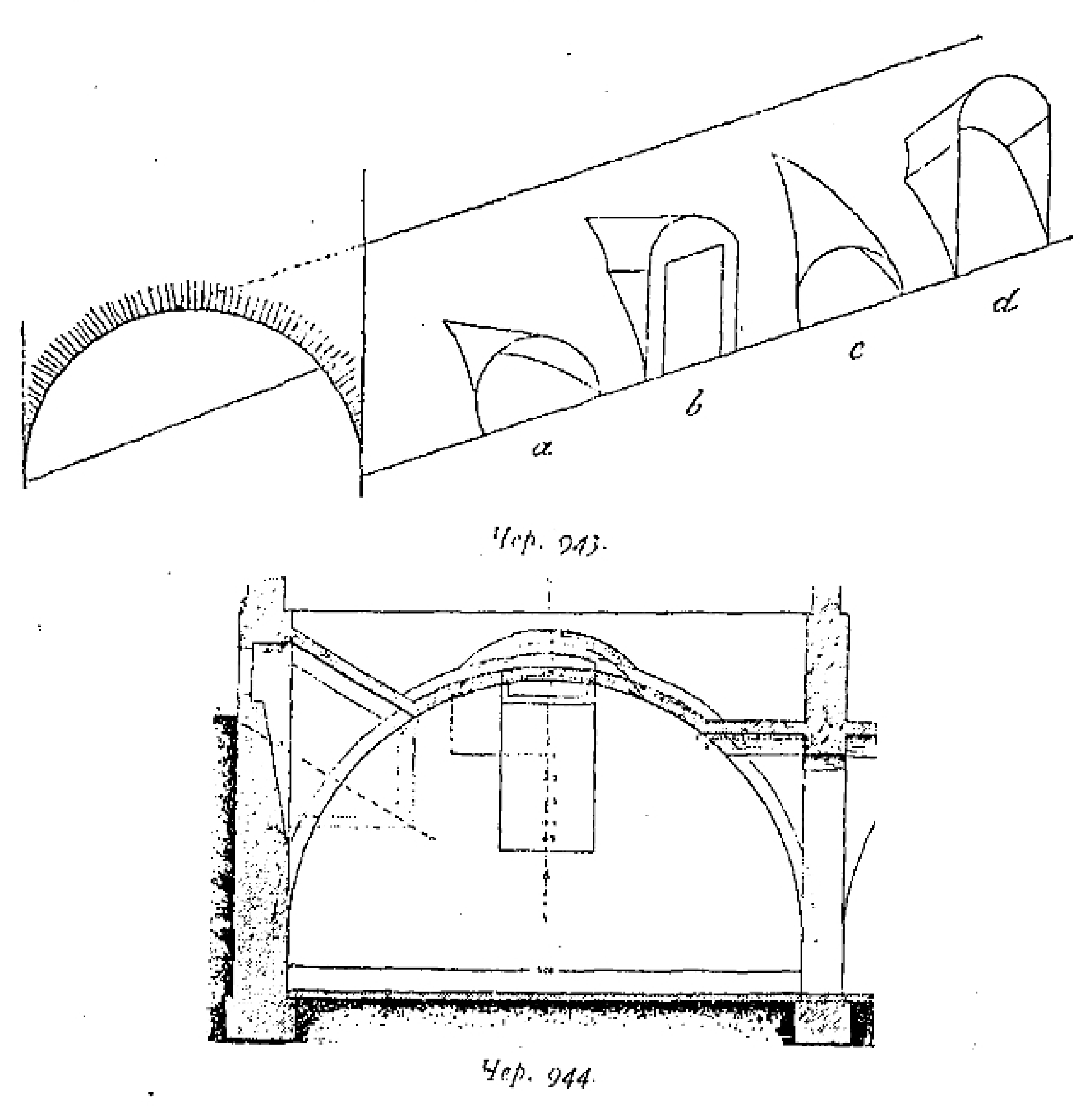
Чер. 942.

Чер. 941.

Чер. 940.

плоскости, означающей одну изъ щекъ свода, чер. 941 (текстъ), начертимъ направляющую свода *afgb*, примемъ эту кривую за направляющую такого цилиндра, у котораго производящія перпендикулярны къ плоскости щеки свода; это будетъ внутренняя поверхность свода. Раздѣлимъ кривую

направляющую *afgb* иа нечетное число равныхъ частей и въ точкахъ дѣленія возставимъ нормальныя къ кривой; нормальныя эти означатъ вертикальные слѣды сопрягающихъ плоскостей. Далѣе, отложивъ на этихъ нормальныхъ такіе размѣры, какіе необходимы для прочности свода, опредѣлнмъ



Чер. 943.

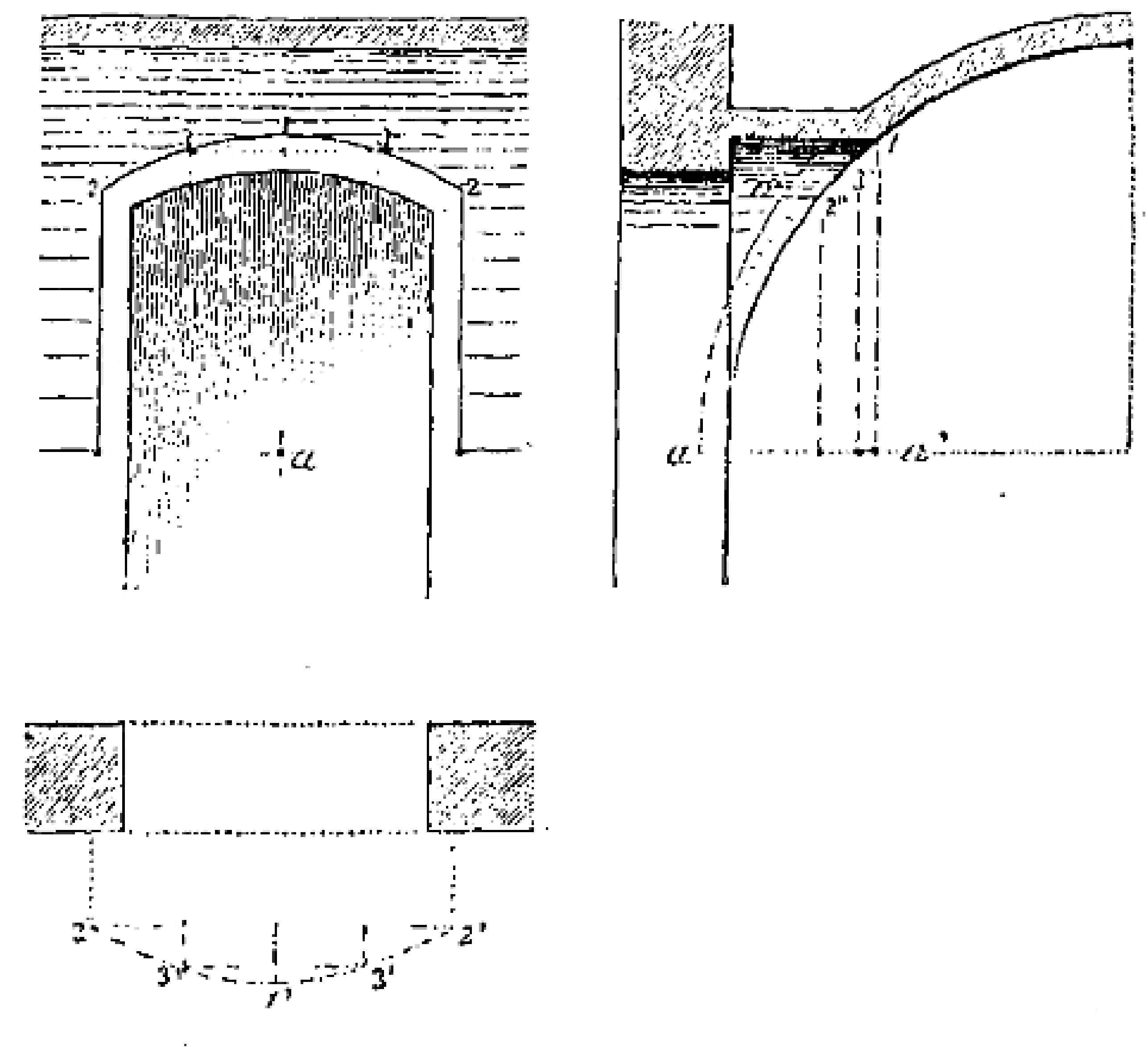
Чер. 944.

направляющую цилиндра, означающаго внѣшнюю поверх ность свода. Стыки камней означатся слѣдами плоскостей.

b) *Распалубки*. Коробчатый сводъ лежитъ на двухъ опорныхъ стѣнахъ, которыхъ измѣренія должны соотвѣтствовать вѣсу и распору свода. Двумъ другимъ или щековымъ стѣнамъ, неподдерживающимъ никакого груза, даютъ только такія измѣренія, какія необходимы для ихъ устойчивости.

Изъ этого слѣдуетъ, что въ щековыхъ стѣнахъ можно дѣлать отверстія произвольныхъ размѣровъ, не ослабляя тѣмъ нисколько прочности свода. И дѣйствительно, если требуется освѣтить пространство, находящееся подъ коробчатымъ сводомъ, то самое удобное для того мѣсто есть часть щековой стѣны подъ сводомъ, чер. 942 (текстъ).

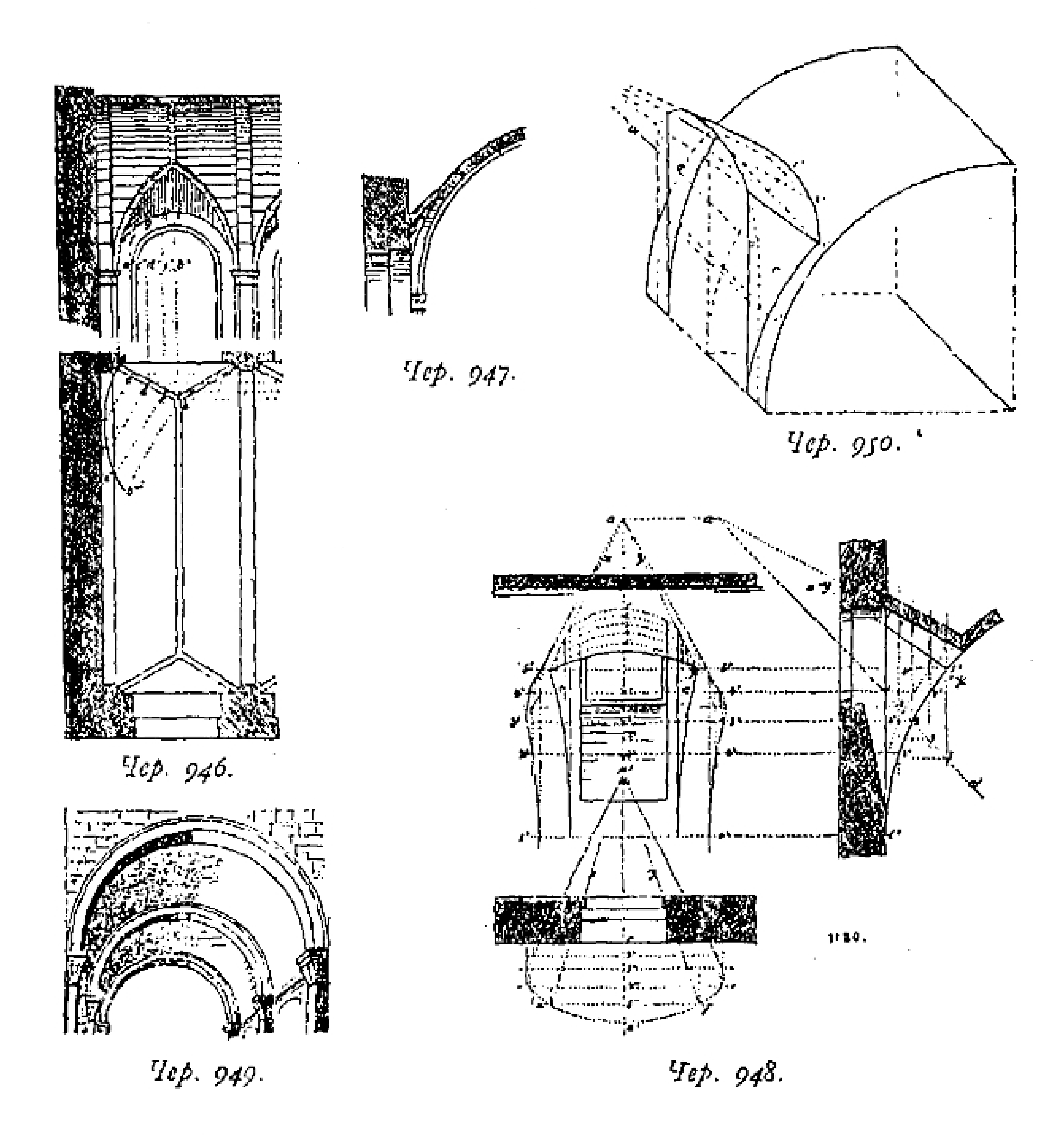
Если, въ другомъ случаѣ, нужно освѣтить сводъ съ боковыхъ его сторонъ, такимъ образомъ, чтобы верхнія линіи оконъ находились выше начала свода, то отверстія, сдѣланныя въ стѣнѣ и въ сводѣ, сопрягаются *сводиками или рас-*



Чер. 945.

палубками, чер. 943 (текстъ). Распалубка можетъ имѣть пяты свои въ одной плоскости съ пятами главнаго свода, чер. 943 *a* и *c* или выше, чер. 943 *b* и *d* (текстъ). Хребетъ или *шелыга* распалубки можетъ быть или *горизонтальная*, чер. 944 и 945 (текстъ), или поднимающаяся въ видѣ линіи касательной къ внутренней поверхности главнаго свода, чер. 946 и 947 (текстъ) или, наконецъ, опускающаяся во внутрь, чер. 948 и 950 (текстъ); этотъ послѣдній способъ употребляется при подвальныхъ сводахъ.

На чер. 945 (текстъ) представлена въ проекціяхъ самая простая распалубка, т. е. такая, у которой пяты на одной плоскости съ пятами главнаго свода и шелыга горизонтальна. Замѣтимъ, что ширина распалубки обыкновенно дѣлается немного болѣе свѣтоваго отверстія. Этотъ отступъ на стѣнѣ,



Чер. 946. Чер. 947. Чер. 950. Чер. 949. Чер. 948.

образующій подпружную арку распалубки, необходимъ, въ особенности при распалубкѣ съ поднятыми шелыгами.

Чер. 948 (текстъ) представляетъ распалубку, у которой пяты выше пятъ главнаго свода, шелыга наклонная, а оконное отверстіе покрыто перемычкою.

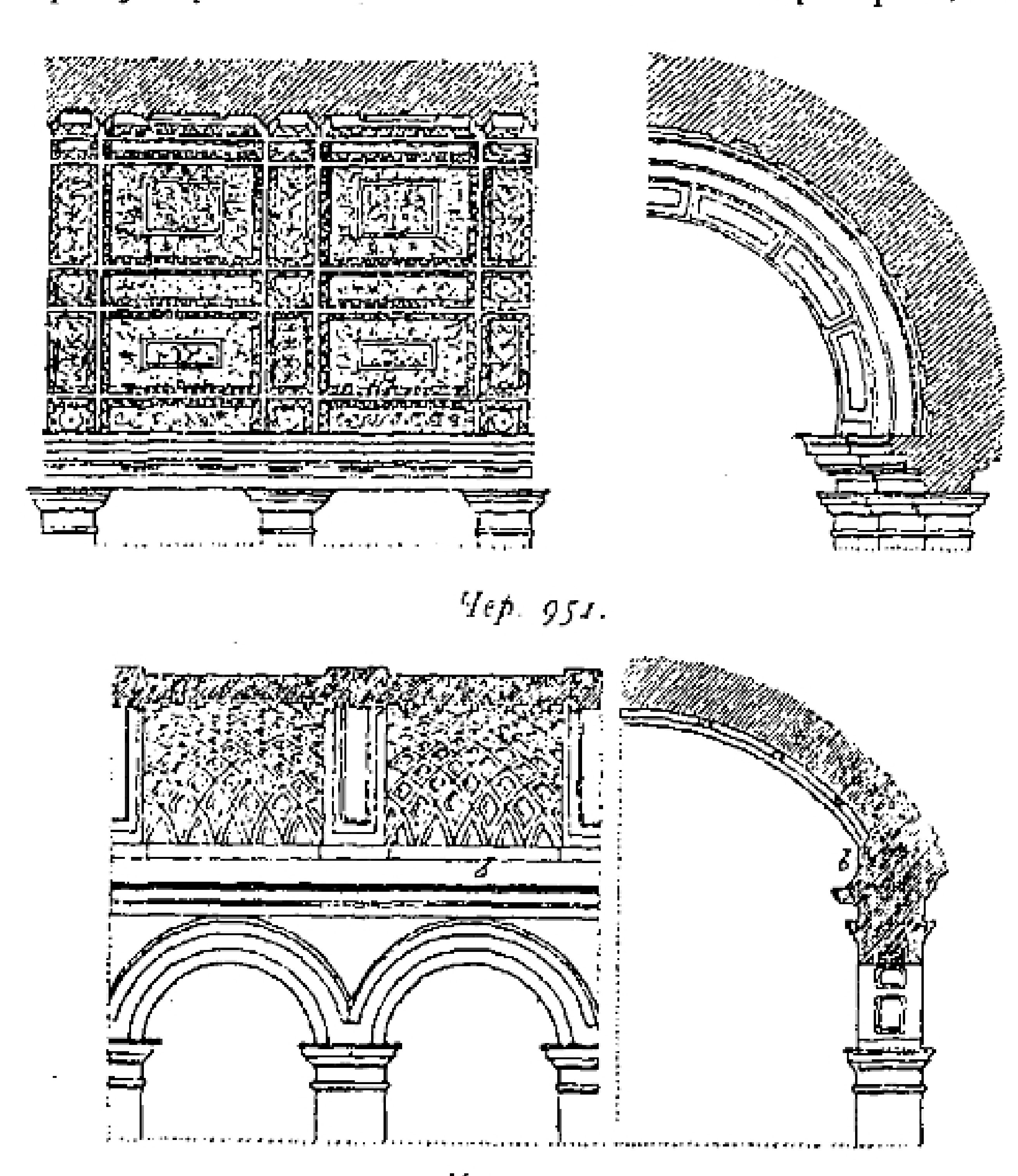
На чер. 946 и 947 (текстъ) изображена распалубка, у ко-

торой пяты на одной высотѣ съ пятами главнаго свода, а шелыга проведена касательно къ направляющей главнаго свода.

На чер. 943 *c* (текстъ) верхняя шелыга распалубки изогнута въ видѣ кривой касательной къ направляющей главнаго свода.

Чер. 944 и 948 (текстъ) представляютъ распалубки, употребляемыя при подвальныхъ сводахъ.

c) При устройствѣ стѣнъ дѣлаются контрфорсы, которыя,



Чер. 951.

Чер. 952.

увеличивая устойчивость стѣнъ въ нѣкоторыхъ точкахъ, даютъ возможность заполнять промежутки ихъ болѣе тонкими стѣнами. Въ сводахъ коробчатыхъ, для увеличенія ихъ прочности и сбереженія матеріала, устраиваютъ *подпружныя арки*, чер. 946, 947 и 949 (текстъ).

Цилиндрическій сводъ можетъ опираться или на полныя стѣны, что всего лучше соотвѣтствуетъ его формѣ, или на

отдѣльныя точки подпоры. Въ томъ случаѣ, когда сводъ основанъ на полныхъ стѣнахъ, подпружныя арки могутъ опираться или на карнизъ, или—на особенные выступы, сдѣланные въ стѣнахъ. Когда цилиндрическій сводъ опирается на колонны, тогда онѣ должны быть покрыты сильнымъ архитравомъ, чер. 951 (текстъ).

Подобное расположеніе не вполнѣ раціонально, потому что сводъ поддерживается архитравомъ (сильное—слабымъ). Соединивъ столбы арками, получимъ расположеніе, показанное на чер. 952 (текстъ).

Можно также расположить сводъ на отдѣльныхъ столбахъ, обдѣлывая промежуточныя части свода, заключенныя между столбами, въ видѣ распалубокъ, чер. 946 (текстъ).

На чер. 952 (текстъ) сводъ, не начинаясь прямо отъ карниза, опирается на прямой части b; это дѣлаютъ иногда для того, чтобы значительно-выступающій карнизъ не закрывалъ свода.

d) *Размѣры цилиндрическихъ сводовъ.* Въ строительной механикѣ излагается подробно теорія равновѣсія сводовъ и изучаются всѣ обстоятельства, дѣйствующія въ пользу или во вредъ ихъ устойчивости. Поэтому въ настоящей книгѣ помѣщается только перечень эмпирическихъ правилъ, наблюдаемыхъ при построеніи сводовъ въ гражданскихъ сооруженіяхъ. Правила эти относятся къ опредѣленію двухъ главныхъ измѣреній свода: толщины его въ ключѣ и ширины его опоръ.

Толщина ключа. Формула Перроне, служащая для опредѣленія толщины ключа для сводовъ въ мостахъ, т. е. въ аркахъ, подверженныхъ сотрясеніямъ, можетъ быть примѣнена и для опредѣленія наибольшаго предѣла толщины сводовъ въ гражданскихъ сооруженіяхъ.

Въ этой формулѣ—$e = \frac{1}{80}D + 1$ футъ.

e—означаетъ толщину ключа въ футахъ.

D—выражаетъ въ футахъ:

a) діаметръ—въ полуокружныхъ сводахъ;

b) въ лучковыхъ сводахъ — діаметръ круга котораго частію будетъ данная дуга;

c) въ коробовыхъ кривыхъ—двойной радіусъ средней дуги;

d) при эллиптической направляющей—двойной радіусъ кривизны средины дуги, который равенъ $\frac{b^2}{a^2}$ (гдѣ b—стрѣла, а a—полуотверстіе кривой).

До какой малой толщины доходятъ своды въ гражданскихъ постройкахъ, доказываютъ слѣдующіе примѣры изъ существующихъ зданій: коробчатый сводъ, покрывающій главный пролетъ (nef.) собора Св. Петра въ Римѣ, имѣетъ, при отверстіи въ $79\frac{1}{5}$ русскихъ футъ, толщину ключа, равную $\frac{1}{24}$ отверстія.

Большой сводъ надъ портикомъ Парижскаго Пантеона имѣетъ, при 58 футахъ отверстія, 8 дюймовъ толщины, т. е. $^{1}/_{87}$ отверстія. Толщина свода у пятъ вдвое больше.

Изъ этихъ примѣровъ видна возможность устраивать своды весьма различной толщины. Для объясненія того, какое вліяніе толщина свода имѣетъ на его сопротивленіе, замѣтимъ, что давленіе отъ одного конца къ другому передается по кривой, которой начертаніе должно помѣщаться въ профили свода. Каждый придаточный грузъ, или временное усиліе (напр. ударъ, или временная нагрузка) измѣняетъ положеніе кривой давленія. Изъ этого слѣдуетъ, что чѣмъ больше толщина свода, тѣмъ кривая можетъ принимать болѣе различныя положенія, или что одно и то-же, тѣмъ болѣе сводъ въ состояніи претерпѣвать случайныя усилія. Въ кирпичныхъ и литыхъ сводахъ, гдѣ степень сопротивленія зависитъ особенно отъ вязкости раствора, способность сопротивляться случайнымъ усиліямъ увеличивается съ толщиною свода, потому что пропорціонально этому увеличивается площадь, на которую дѣйствуетъ связывающая сила раствора.

На основаніи предъидущихъ соображеній, всѣ своды могутъ быть раздѣлены на три категоріи. Къ первой принадлежатъ своды сильно обремененные и подверженные сотрясеніямъ. Ко второй—своды, долженствующіе поддерживать полы расположенныхъ надъ ними этажей, въ томъ предположеніи, что полы эти будутъ подвержены обыкновенному грузу, претерпѣваемому полами жилыхъ строеній. Къ третьей—тѣ своды, которые не предназначаются для поддержанія посторонняго груза, какъ напр. своды въ церквахъ и въ верхнихъ этажахъ строеній. Очевидно, что толщина въ первомъ случаѣ должна быть больше, чѣмъ во второмъ, а во второмъ—болѣе чѣмъ въ третьемъ. Слѣдующая таблица показываетъ какую толщину можно давать своду при различныхъ его отверстіяхъ:

Ширина свода въ футахъ.	Высота ключа въ футахъ. Для сводовъ весьма обремененныхъ и подверженныхъ сильнымъ сотрясеніямъ.	Для сводовъ менѣе обремененныхъ и подверженныхъ слабымъ сотрясеніямъ.	Для сводовъ, несущихъ только собственный свой грузъ.
12	1	$^{1}/_{2}$	—
18	$1^{1}/_{6}$	$^{2}/_{3}$	—
24	$1^{1}/_{3}$	$^{5}/_{6}$	—
30	$1^{1}/_{2}$	1	$^{1}/_{2}$
36	$1^{2}/_{3}$	$1^{1}/_{8}$	$^{5}/_{8}$
42	$1^{5}/_{6}$	$1^{1}/_{4}$	$^{3}/_{4}$
48	2	$1^{3}/_{8}$	$^{7}/_{8}$
54	$2^{1}/_{6}$	$1^{1}/_{2}$	1
60	$2^{1}/_{3}$	$1^{2}/_{3}$	$1^{1}/_{8}$
90	$3^{1}/_{6}$	$2^{1}/_{8}$	$1^{5}/_{8}$
120	4	3	$2^{1}/_{8}$
160	5	4	$3^{1}/_{8}$
200	6	5	4

По правилу Рондле, для полукруглыхъ сводовъ, при средней ихъ нагрузкѣ, толщина свода въ ключѣ должна составлять около $^1/_{18}$ отверстія, въ томъ предположеніи, что сводъ забученъ до слабыхъ точекъ и имѣетъ въ этихъ точкахъ толщину въ $1^1/_2$ раза болѣе, чѣмъ въ ключѣ. Правилу этому придерживаются наши практики, выражая его слѣдующимъ образомъ: *для каждой сажени отверстія дается 1 вершокъ на толщину ключа.* Мѣры, полученныя по этому правилу, должны быть соображены съ размѣрами кирпича, потому что, вслѣдствіе постоянныхъ мѣръ его, нельзя давать сводамъ такихъ размѣровъ, которые не были-бы *кратными отъ мѣры полукирпича.*

Итакъ, самый тонкій сводъ будетъ въ полкирпича: а вообще, толщина сводовъ бываетъ въ $^1/_2$, 1, $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$, 3 и т. д. кирпичей. Впрочемъ, если сводъ долженъ быть усиленъ незначительно, то вмѣсто сплошнаго утолщенія выгоднѣе дѣлать *гурты*. И въ самомъ дѣлѣ, изучая существующія строенія, выводимъ правило, что при достаточно близкихъ и достаточно сильныхъ гуртахъ, своды второй категоріи можно дѣлать всегда въ 1 кирпичъ толщиною, а при отверстіи менѣе 3-хъ сажень, даже въ полкирпича. Что касается до сводовъ третьей категоріи, то они, будучи усилены надлежащими гуртами, могутъ быть возводимы въ полкирпича при всѣхъ случающихся отверстіяхъ. Если приходится строить такіе своды изъ камней, замѣняющихъ кирпичъ, то толщинамъ въ полкирпича и въ 1 кирпичъ соотвѣтствуютъ толщины въ 4 и 10 вершковъ.

Опытами найдено, что для покрытія отверстій, оставляемыхъ въ стѣнахъ многоэтажныхъ строеній достаточно давать для полукруглыхъ арокъ, при отверстіи:

до 2-хъ аршинъ—1 кирпичъ . . . . отъ 2-хъ до 4 арш.—$1^1/_2$ кирпича. .	На толщину ключа.
отъ 4 до 6 арш.—2 кирпича . . . . отъ 6 до 9 арш.—$2^1/_2$ кирпича . . .	На толщину ключа.

Для самыхъ большихъ арокъ, которыя должны быть сильно нагружены, даютъ на толщину ключа, въ случаѣ кирпичнаго матеріала около $^1/_{12}$ отверстія. Впрочемъ, устраивая арки этой категоріи, надобно при значительныхъ отверстіяхъ, превосходящихъ, напримѣръ, 8 сажень, повѣрять: достаточно ли будетъ сопротивленіе кирпича раздавливающимъ силамъ. Вообще, въ подобныхъ случаяхъ, гораздо надежнѣе дѣлать эти арки изъ тесоваго камня, имѣющаго большую степень сопротивленія раздавливающимъ усиліямъ, чѣмъ кирпичъ.

Для перемычекъ толщина опредѣляется слѣдующимъ образомъ: На данномъ отверстіи чертятъ дугу, которой центръ находится отъ нижней линіи перемычки, на разстояніи, равномъ ширинѣ отверстія ся и, опредѣливъ толщину ключа для этой дуги, какъ бы для арки, принимаютъ потомъ вершину ключа арки за верхнюю точку перемычки.

Кромѣ того, при опредѣленіи толщины сводовъ, надобно обратить вниманіе на то, что своды, отдѣляющіе теплое пространство отъ холод-

наго, не дѣлаются въ нашемъ климатѣ тоньше 1½ кирпича. Но такъ какъ эта толщина не достаточна для того, чтобы сводъ удерживалъ тепло въ надлежащей степени, то необходимо еще дѣлать сверхъ свода смазку на глинѣ или засыпать его какимъ-нибудь рыхлымъ веществомъ или, наконецъ, покрыть сводъ смоленнымъ войлокомъ.

Толщина опоръ цилиндрическихъ или коробчатыхъ сводовъ. Если толщина опоръ свода такова, что онѣ сами, вслѣдствіе одной своей устойчивости, т. е. безъ пособія распора другихъ возлѣ лежащихъ сводовъ, безъ нагрузки устоя выше слабыхъ точекъ свода и безъ пособія желѣзныхъ связей,—способны противудѣйствовать распору свода, то ихъ называютъ *устоями,* или говорятъ, что опоры имѣютъ размѣры устоевъ.

Раціональное опредѣленіе толщины устоевъ выводится на основаніи законовъ строительной механики. Для практическаго употребленія имѣются таблицы, изъ которыхъ прямо берутся размѣры устоевъ. Ниже помѣщена таблица Вейса, для опредѣленія ширины устоевъ коробчатыхъ сводовъ:

Толщина опоръ, выраженная въ частяхъ отверстія, которое принято = 100.

	Высота опоръ до пятъ свода.	Толщина опоръ при высотѣ ключа въ 3	4	6	8	10
Для полукруглыхъ сводовъ.	0	13,78	14,75	15,75	16	16
	5	15,75	16,75	17,75	19,75	18,04
	20	16,75	18,13	19,78	21,81	20,98
	40	17,46	19,10	21,26	23,46	23,30
	100	18,23	20,27			
	200	18,71	21,16			
Для сжатыхъ сводовъ, которыхъ высота = ⅓ отверстія.	0	18,15	18,91	19,15	18,84	18,42
	5	19,78	20,69	21,35	21,13	25,04
	20	21,03	22,26	24,24	25,34	21,10
	40	21,70	23,78	26,04	27,23	28,03
	100	22,49	24,78			
	200	22,83	25,32			
Для сжатыхъ сводовъ которыхъ высота = ¼ отверстія.	0	19,76	20,49	19,67	19,20	18,45
	5	21,64	21,62	22,46	22,20	21,68
	20	22,90	24,29	26,29	26,04	27,19
	40	23,76	25,64	28,49	30,07	30,62

По правилу Рондле, для полукруглыхъ сводовъ, при произвольной высотѣ опоръ, надобно откладывать на ширину устоевъ отъ ⅛ до 1/11 отверстія. На этомъ основаніи практики строители назначаютъ для полукруглыхъ сводовъ столько кирпичей, сколько въ отверстіе свода заключается сажень.

Подобныя же правила для направляющихъ другихъ формъ, легко удерживаемыя въ памяти, суть слѣдующія:

При направляющей, имѣющей форму дуги круга, которой стрѣла равна $^1/_4$ отверстія (четвертной дугѣ) и для эллиптической кривой, которой подъемъ равенъ $^1/_3$ отверстія, ширина устоя дѣлается равною $^1/_5$ отверстія. При совершенно плоскихъ аркахъ, ширина устоевъ равняется $^1/_8$ діаметра того круга, часть котораго есть направляющая. Хотя распоръ свода не зависитъ единственно отъ отверстія, однакожъ мы видѣли, что отъ отверстія зависитъ толщина свода, а отъ толщины свода и формы направляющей зависитъ распоръ; стало быть окончательно ширина опоръ должна быть въ зависимости отъ величины отверстія и формы его. Разумѣется, что мы принимаемъ здѣсь удѣльный вѣсъ матеріала за величину постоянную, а это вполнѣ можно допустить при такихъ запасахъ устойчивости, какіе доставляютъ приведенныя выше числа.

По Рондле, для сводовъ полуциркульныхъ, діаметромъ d, забученныхъ горизонтально подъ вершину:

толщина свода въ ключѣ $a = {}^1/_{48}\ d.$
толщина устоя „ „ $e = {}^1/_{11}\ d.$

Для сводовъ, забученныхъ до швовъ перелома или почти до половины ихъ подъема:

$$a = {}^1/_{36}\ d,\ e = {}^1/_9\ d.$$

Для послѣдняго случая забутки, при постепенномъ утолщеніи свода къ пятамъ, толщина въ замкѣ $a = {}^1/_{48}\ d$, въ плечахъ $= {}^1/_{32}\ d$, и устоя $e = {}^1/_{10}\ d$.

Относительныя значенія толщины устоя и величины распора выражаются слѣдующими числами: При сводѣ полуциркульномъ:

толщина устоя $= 1, = e$.
величина распора $= 1, = Q$.
Съ пологостью въ $^1/_4$, $e = 1{,}18$, $Q = 1.393$.
Съ пологостью въ $^1/_6$, $e = 1{,}35$, $Q = 1{,}82$.
Съ пологостью въ $^1/_{10}$, $e = 1{,}39$, $Q = 1.91$.
Перемычка „ $^1/_{10}$, $e = 1{,}42$, $Q = 1.95$.

На чер. 953 (текстъ) показанъ способъ, предложенный Рондле для начертанія внѣшней направляющей свода. Для этого откладываютъ на вертикальной линіи BC заданную толщину свода въ ключѣ CD, проводятъ вертикальную касательную Aa къ внутренней кривой свода; затѣмъ, отъ центра B внутренней направляющей свода, по линіи BC откладываютъ внизъ разстояніе $Bb = {}^1/_3$ до $^1/_2$ радіуса Bc и изъ точки b, радіусомъ bD, описываютъ круговую дугу Da до пересѣченія ея съ касательною Aa. Плоскость ea представитъ пазуху свода, а aD внѣшнюю направляющую свода.

На томъ же чертежѣ показанъ способъ Рондле для графическаго опредѣленія толщины устоя, для полуциркульнаго свода постоянной тол-

ниши. Для этого проводится средняя дуга FME и касательныя къ ней FG и EG.

Точка B соединяется съ G и черезъ точку пересѣченія линіи BG и дуги FE проводятъ HK параллельно AB изъ точки M, радіусомъ MH описывается полукругъ. Затѣмъ, отъ линіи Aa, внизъ, откладывается отъ точки A — разстояніе $AN = IK$, а вверхъ $AL = 2DC$. Линія NL принимается за діаметръ, на которомъ описывается полукругъ. Пересѣченіе этого полукруга въ точкѣ P съ продолженіемъ AB опредѣлитъ толщину устоя.

Та-же самая толщина получится, если отъ точки A, по направленію AB въ обратную сторону, отложить $AP = \frac{1}{2}\ IK = CD$.

При полукругломъ сводѣ, толщина котораго увеличивается отъ ключа къ пятамъ, чер. 954 (текстъ), проводятся касательныя CG и AG къ внутренней кривой, радіусомъ aM, очерчивается полуокружность и въ точкѣ A откладывается $AP' = \frac{1}{2}\ IK = MG' =$ толщинѣ устоя. Если сводъ забученъ до вершины внѣшней поверхности, чер. 955 (текстъ), то проводятъ двѣ касательныя DG и AG, соединяютъ точки G и B, и въ точкѣ пересѣченія M описываютъ радіусомъ MH полуокружность. Затѣмъ, отъ точки A откладываютъ $= AP''\frac{1}{2}IK + CD =$ толщинѣ устоя.

Въ случаѣ приподнятаго свода AC', чер. 956 (текстъ), или пониженнаго AC' опредѣляютъ указаннымъ выше способомъ устой для полукруглаго свода AC, толщина котораго $= Ap$. Затѣмъ, соединяютъ точку A съ точкою C, продолжаютъ линію AC до пересѣченія съ внѣшнею гранью устоя въ точкѣ r и радіусомъ Ar описываютъ дугу. Точки r' и r'', получениыя при пересѣченіи дуги съ линіями AC' и AC'', представятъ крайнія точки для устоевъ сводовъ, повышеннаго и сплюснутаго.

Для начертанія внѣшней направляющей свода, при сводахъ стрѣльчатыхъ, чер. 957 (текстъ), отложивъ въ ab толщину замка и на продолженія съ aA — разстоянія $AO = \frac{1}{2}\ Aa$, описываютъ изъ O, какъ центровъ, радіусами Ob круговыя дуги bE.

Если два смежные одинаковые коробчатые свода имѣютъ общую опору, чер. 940 (текстъ), то очевидно, что горизонтальный распоръ обоихъ сводовъ взаимно уничтожится. Изъ этого слѣдуетъ, что общая опора должна имѣть только такое измѣреніе, чтобы вертикальное давленіе, производимое на нее обоими сводами, не превосходило предѣла той нагрузки, которую можетъ вынести матеріалъ, употребленный на устройство опоры.

Вертикальное давленіе, производимое сводомъ на каждую изъ его опоръ, опредѣлится легко, потому-что оно (при сводахъ не ползучихъ) равно половинѣ вѣса свода.

Но въ томъ случаѣ, когда оба смежные свода несовершенно равны, ихъ горизонтальные распоры невполнѣ уничтожаются и тогда размѣръ общей опоры долженъ быть такъ опредѣленъ, чтобы она была въ состояніи противодѣйствовать разности между этими двумя распорами. На томъ-же основаніи, когда имѣемъ, напримѣръ, нѣсколько подпружныхъ

арокъ, несимметрично расположенныхъ и упирающихся на одинъ столбъ, тогда размѣръ столба долженъ быть опредѣленъ, принимая въ соображеніе равнодѣйствующую всѣхъ горизонтальныхъ распоровъ, производимыхъ этими подпружными арками.

При многихъ аркахъ или сводахъ, расположенныхъ однѣ возлѣ другихъ и упирающихся на столбахъ такихъ измѣреній, какіе достаточны только для сопротивленія одному вертикальному давленію лежащихъ на нихъ арокъ, разрушеніе одной арки или столба влечетъ за собою разрушеніе всѣхъ остальныхъ арокъ или сводовъ. Чтобы строеніе не подвергалось подобной опасности, надобно каждой опорѣ дать такія измѣренія, какія необходимы для противодѣйствія горизонтальному распору, т. е. измѣренія *устоя*.

Иногда случается, что опоры сводовъ бываютъ подвержены напору земли, дѣйствующей въ сторону противоположную распору свода. Слѣдовательно напоръ земли, противудѣйствуя распору свода, способствуетъ устойчивости опоръ. Впрочемъ, на это пособіе разсчитывать не слѣдуетъ. Безъ сомнѣнія, земля, напирая на стѣну, будетъ противиться значительному движенію опоръ, но малое движеніе будетъ возможно прежде, чѣмъ земля приметъ полную осадку; а движеніе опоръ, какъ бы оно мало не было, всегда опасно для свода и не должно быть допускаемо. При малой толщинѣ коробчатыхъ сводовъ, трещины для нихъ очень опасны, потому-что ничто не препятствуетъ трещинамъ этимъ распространиться по всей длинѣ свода. Въ обыкновенныхъ гражданскихъ постройкахъ, чаще всего приходится покрывать сводами подвалы, при устройствѣ которыхъ, обыкновенно, не обращаютъ вниманія на распоръ, производимый сводами, потому-что размѣры фундамента и цоколя каменнаго строенія и грузъ (стѣнъ, потолковъ, кровли), дѣйствующій на фундаментъ, даютъ ему такую устойчивость, что распоръ подвальнаго свода найдетъ въ немъ сопротивленіе далеко превосходящее собственное его усиліе.

Можетъ быть, только при устройствѣ сводчатыхъ подваловъ подъ легкими деревянными строеніями придется обратить вниманіе на распоръ подвальныхъ сводовъ.

Для опредѣленія объемовъ, ограничиваемыхъ сводами по *„Hütte"*, предлагаются слѣдующія данныя для коробчатыхъ или цилиндрическихъ сводовъ. Если:

L — внутренняя поверхность свода.

V — объемъ пространства, ограничиваемаго сводами.

S — пролетъ.

$\frac{s}{2}$ — высота въ ключѣ.

$$L = \tfrac{1}{2}\pi . s . l;\quad V = \tfrac{1}{8}\pi . s^2 . l.$$

Распалубка:

$$L = \tfrac{1}{2} s . l;\quad V = \tfrac{1}{12} . s^2 . l.$$

Лотокъ:

$$L = \frac{1}{4}(\pi - 2)\, s\,.\,l = 0{,}285\, s\,.\,l;$$

$$V = \frac{1}{48}(3\,\pi - 4)\, s^2 \cdot l = 0{,}113\, s^2 . l.$$

При пологихъ цилиндрическихъ сводахъ, если:

s — пролетъ
f — высота
r — радіусъ

$$L = 2\,.\,l\,.\,r.\ arc\ sin.\ \frac{s}{2r};\ V = \frac{lr}{2}\left(2r\,.\,arc.\ sin.\ \frac{s}{2r} - s\,\frac{r - f}{r}\right)$$

Распалубка:

$$L = \frac{2\,.\,l\,.\,f\,.\,r}{s};\ \ V = \frac{lf^2}{3s}\,(3\,r - f)$$

Лотокъ:

$$L = rl\left(arc.\ sin.\ \frac{s}{2r} - \frac{2f}{s}\right);\ V = l\left[\frac{r^2}{2}\,arc.\ sin.\ \frac{s}{2r} - \frac{rs}{6} - \frac{2f(r - f)^2}{3s}\right]$$

Для опредѣленія толщины опоръ коробчатыхъ сводовъ, по „*Hütte*", предлагаются слѣдующія данныя:

Если опоры оканчиваются у нихъ и не продолжаются выше ключа, то толщина ихъ опредѣляется:

для круговыхъ сводовъ	$^1/_5$	пролета.
„ коробчатыхъ сплюснутыхъ на $^1/_4$	$^1/_4$	„
„ „ „ болѣе чѣмъ на $^1/_2$.	$^2/_7$	„

Основаніе для опоръ (фундаменты дѣлаются уступами) уширеніе фундамента составляетъ примѣрно $^1/_4$ до $^1/_8$ толщины опоры.

Толщина опоръ для сводовъ, которые надъ ключемъ срѣзаны горизонтально, опредѣляется, если:

D — отверстіе свода
d — толщина опоръ
h — высота опоръ
H — стрѣла свода

$$d = \frac{D}{8}\left(\frac{3D - H}{D + H}\right) + \frac{1}{6}h + 0{,}3m,$$

если положить:

$$H = nD$$

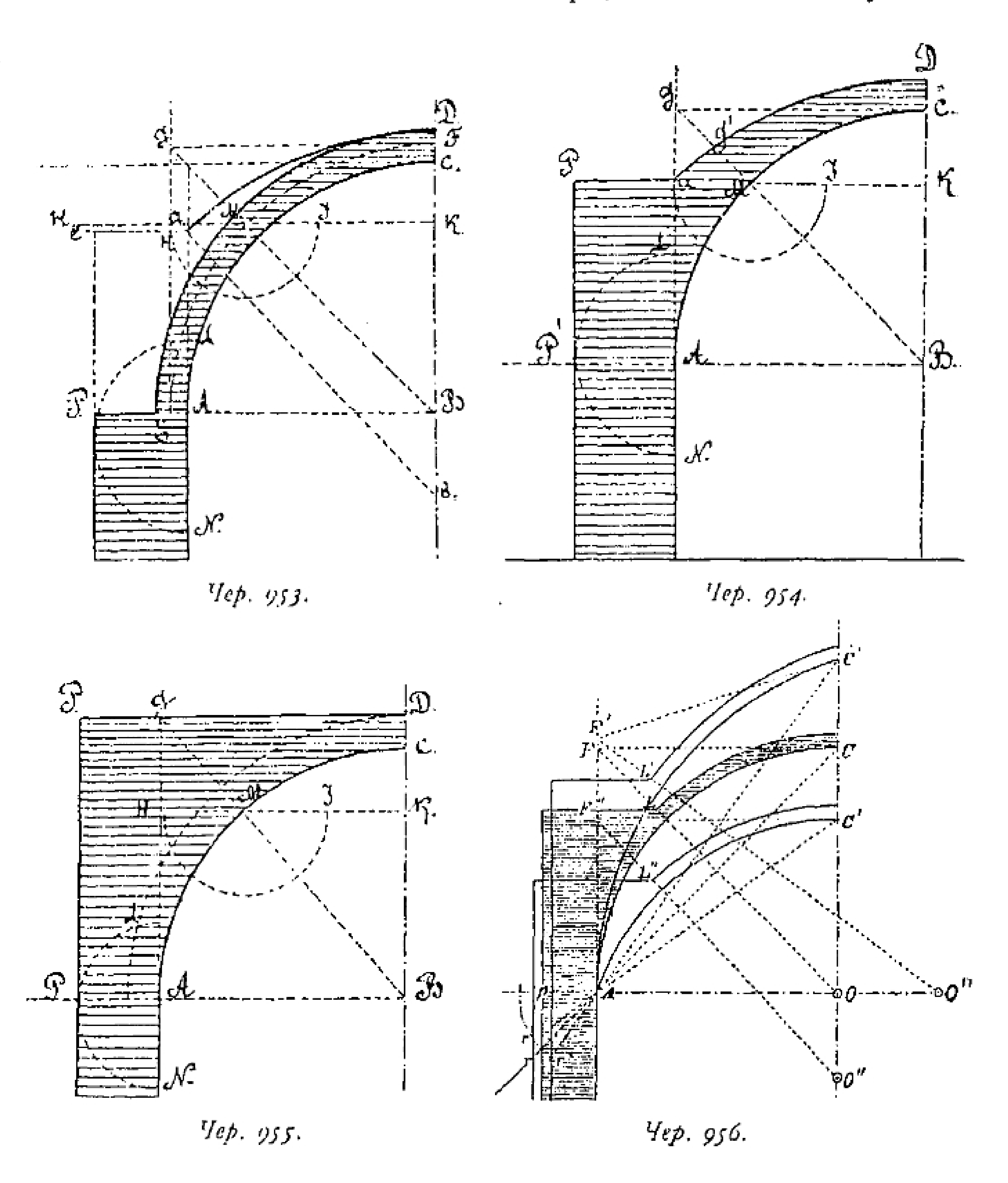
$$d = \frac{D}{8}\left(\frac{3 - n}{n + 1}\right) + \frac{1}{6}h + 0{,}3\ m.$$

Для полукруга

$$H = \frac{1}{2}\ D\ \text{и}\ n = \frac{1}{2}$$

$$d = \frac{5}{24}\ D = \frac{1}{6}\ h + 03\ m.$$

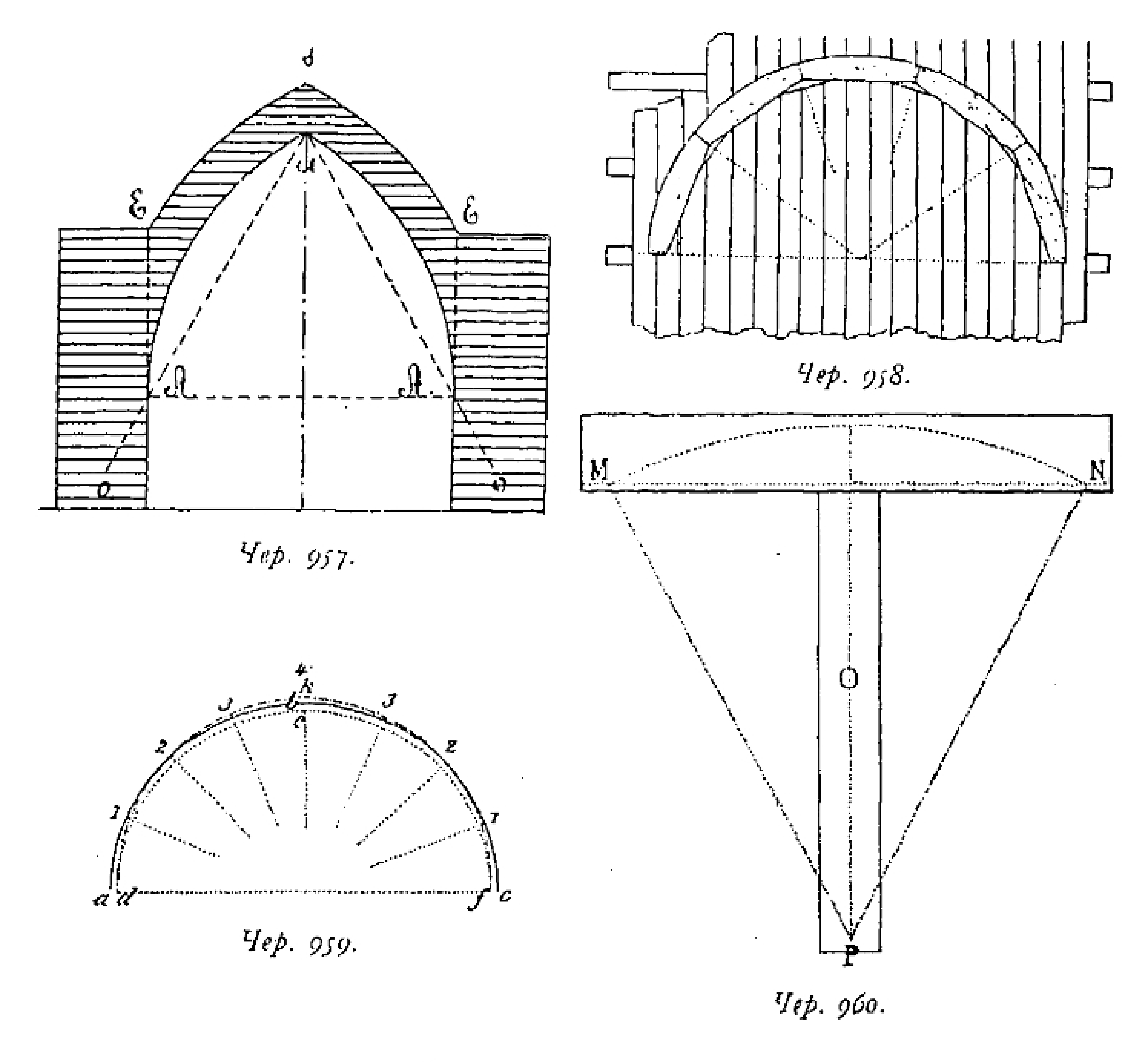
e) *Кладка коробчатыхъ сводовъ.* При кладкѣ свода, составляющіе его клинья не могутъ держаться сами собою въ наклонномъ положеніи до тѣхъ поръ, пока сводъ не будетъ



сведенъ, т. е. пока не будетъ вставленъ *замокъ* или *ключъ* свода. Сверхъ того, внутренняя поверхность свода есть кривая поверхность, которая для правильнаго образованія

требуютъ употребленія *лекалъ*. Чтобы удовлетворить этимъ обоимъ требованіямъ, устраиваются особенныя, временныя, деревянныя формы или *кружала*.

Кружала состоятъ изъ двухъ главныхъ частей: досчатой формы свода, называемой *опалубкою (палубою)* и дугообразныхъ поддержекъ опалубки, называемыхъ *кружальными ребрами* или *фермами*. Кружальныя ребра опредѣляютъ форму направляющей свода и потому отъ правильнаго очертанія наружной линіи кружальнаго ребра зависитъ правильный видъ свода. Кривая, по которой обдѣлывается ребро, должна быть начертана въ настоящихъ размѣрахъ, на платформѣ, чер. 958 (текстъ).



Чер. 957.

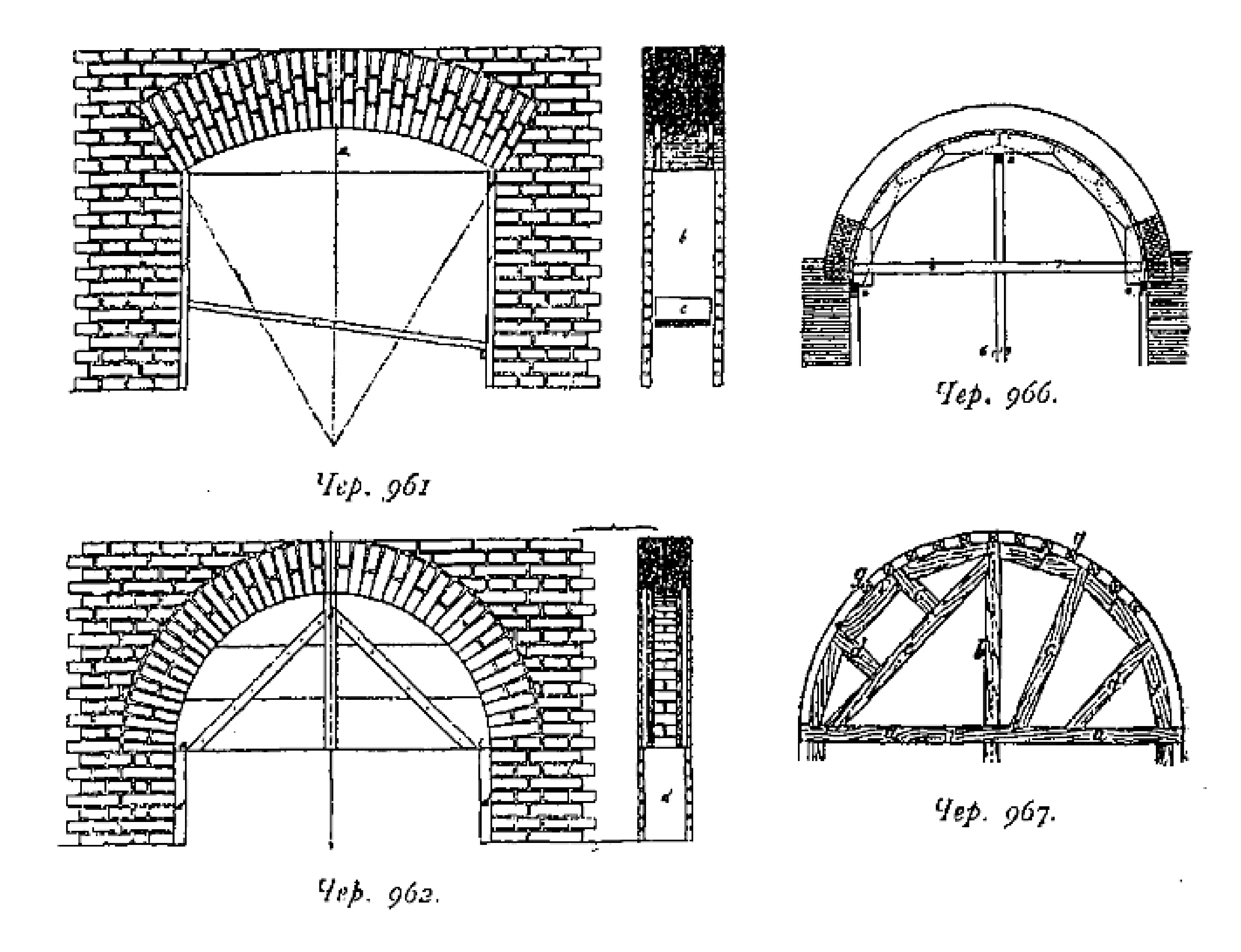
Чер. 958.

Чер. 959.

Чер. 960.

Кривой этой даютъ очертаніе направляющей свода съ слѣдующими однако отступленіями: во первыхъ, ее должно уменьшить на толщину опалубки; во вторыхъ,—придать кривизнѣ ребра немного болѣе выпуклости противъ кривой линіи проекта.

Своды осѣдаютъ при самой кладкѣ ихъ, сжимая кружала и окончательно при раскружаливаніи ихъ. Имѣя это въ виду, должно увеличивать выпуклость кривой, сообразно употре-


Чер. 961

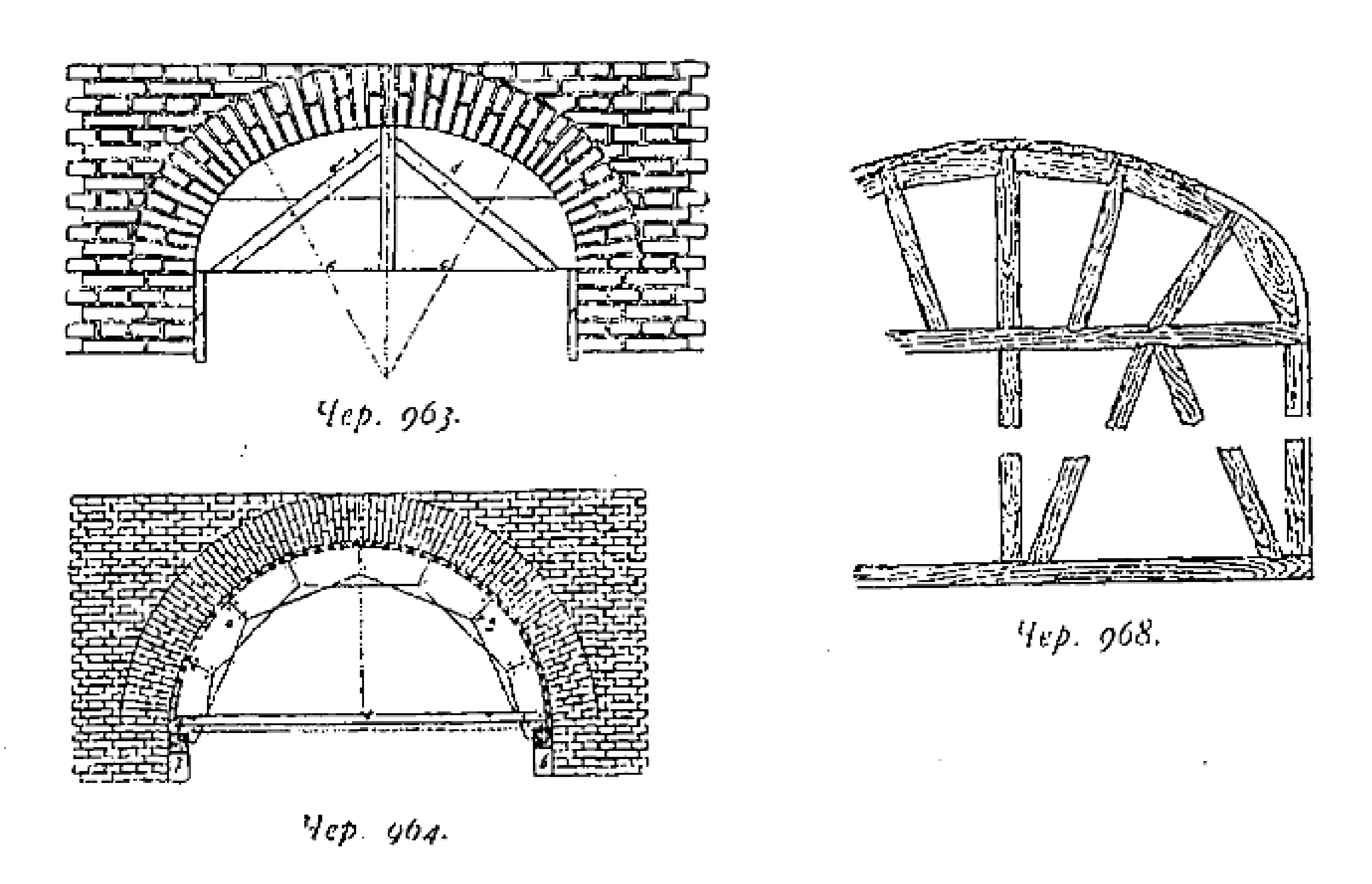
Чер. 966.

Чер. 962.

Чер. 967.

бляемому матеріалу и основываясь на наблюденіи осадки сводовъ въ прежнихъ строеніяхъ, при устройствѣ которыхъ былъ употребленъ тотъ-же матеріалъ и кружала сдѣланы по той-же системѣ, какъ и въ устраиваемомъ сводѣ. Для нашихъ кирпичныхъ сводовъ и при обыкновенно-употребляемой у насъ конструкціи кружальныхъ реберъ, для увеличенія выпуклости кривой, обыкновенно откладываютъ около $1/4$ вершка на каждый погонный аршинъ дуги. Такъ, напри-

мѣръ, чер. 959 (текстъ), на платформѣ начерчена кривая *abc* по проекту; отнявъ толщину опалубки, получимъ кривую *def*; на этой новой кривой откладываемъ, начиная съ обоихъ концовъ дуги, по 1 аршину, въ точкахъ 1, 2, 3 и 4; возставляемъ въ этихъ точкахъ нормальныя къ кривой и откладываемъ на первой изъ нихъ—¼ вершка; на второй—²/₄ вершка; на третьей—³/₄ вершка, и т. д. По соединеніи концовъ этихъ нормальныхъ, получится требуемая кривая


Чер. 963.

Чер. 968.

Чер. 964.

dkf. Начертаніе плоской дуги круга показано на чер. 960 (текстъ).

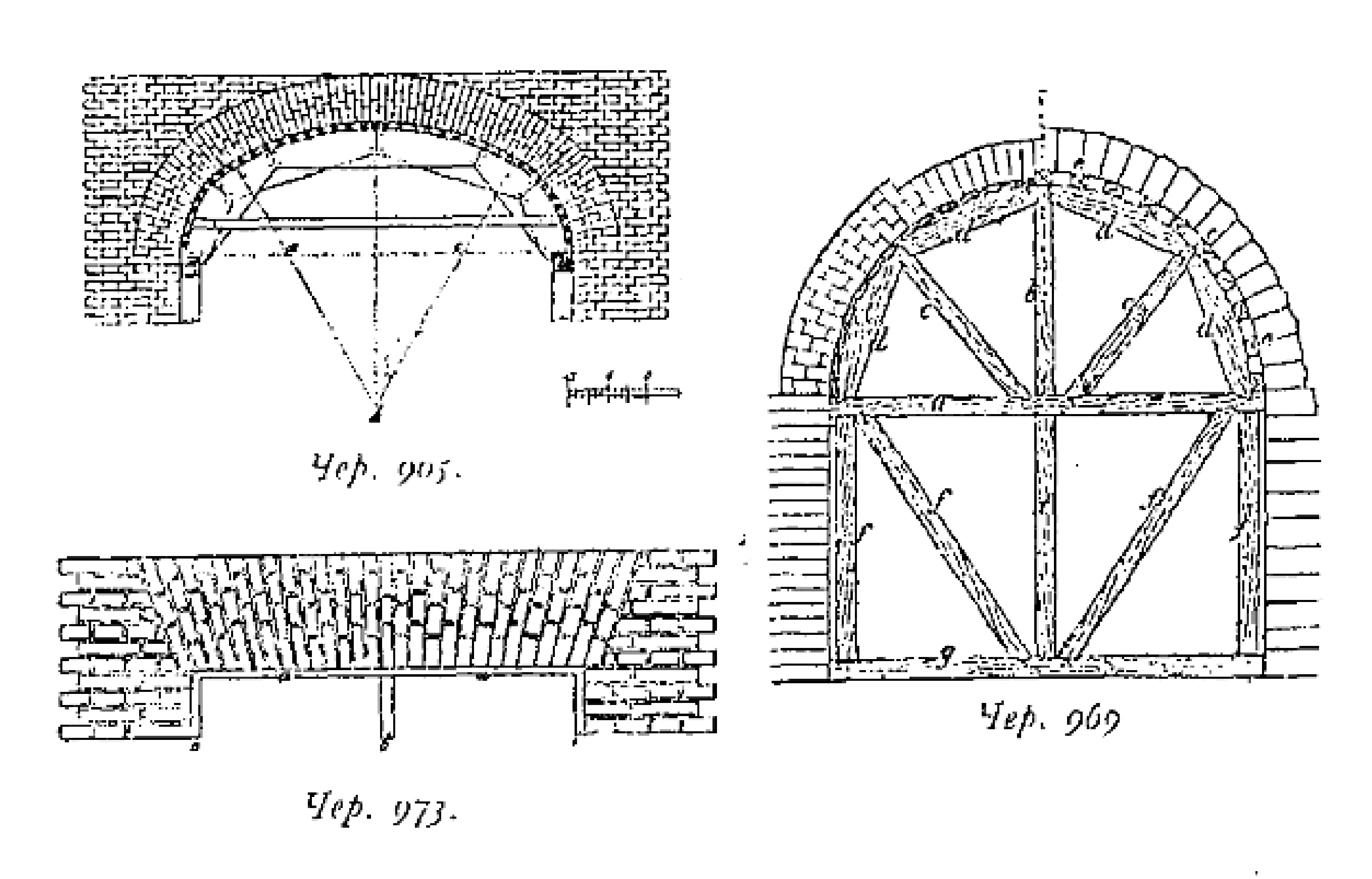
Кружальныя ребра устраиваются изъ досокъ и бревенъ. У насъ для кирпичныхъ сводовъ почти исключительно употребляютъ досчатыя ребра. При малыхъ отверстіяхъ и плоскихъ направляющихъ, ребра дѣлаются изъ доски, поставленной на ребро и обтесанной сверху по кривой, чер. 961 (текстъ).

Когда стрѣлка арки выше, то можно сдѣлать ребро изъ двухъ, трехъ или болѣе рядовъ досокъ, чер. 962 и 963 (текстъ).

Для болѣе значительныхъ отверстій и подъемовъ сводовъ ребра составляютъ изъ досчатыхъ косяковъ, распола-

гаемыхъ въ одинъ или нѣсколько рядовъ, чер. 964, 965 и 966 (текстъ).

Доски на устройство реберъ употребляются $2^{1}/_{2}$ и 3-хъ дюймовыя. Если ребро состоитъ изъ одного ряда досокъ, то концы косяковъ врубаютъ въ полдерева. Но у реберъ, составляемыхъ изъ двухъ или болѣе рядовъ, косяки каждаго ряда взаимно упираются концами безъ всякихъ врубокъ. Въ томъ и другомъ случаѣ ихъ соединяютъ гвоздями. Такія досчатыя ребра, поддерживаемыя въ точкахъ соединенія досокъ разстрѣлинами или упорами, идущими по направленію



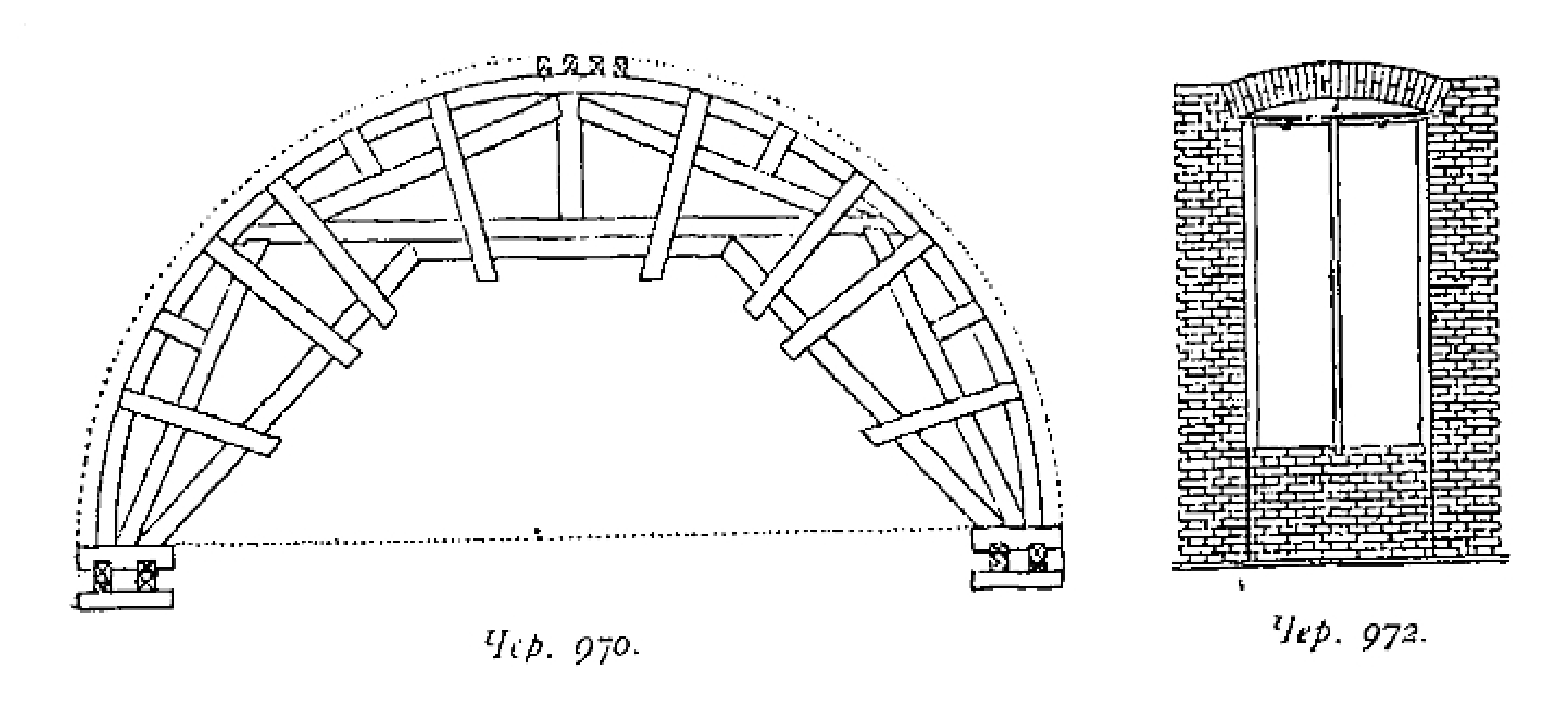
Чер. 965.

Чер. 969

Чер. 973.

нормальному (или близко къ нормальному), чер. 967, 968 и 969 (текстъ), употребляются у насъ при устройствѣ кирпичныхъ сводовъ до 10 сажень отверстія. Но при сводахъ большихъ размѣровъ, и въ случаѣ устройства ихъ изъ тесовыхъ камней, слѣдуетъ составлять ребра изъ бревенъ, на подобіе мостовыхъ кружалъ. Для примѣра, на чер. 970 (текстъ), показано такое кружало, состоящее изъ подкосныхъ (шпренгельныхъ) связей, которыя соединены схватками. Кружальныя ребра располагаются всегда въ вертикальныхъ плоскостяхъ и въ положеніи перпендикулярныхъ къ оси свода. Разстояніе реберъ зависитъ отъ степени сопротивленія, обнаруживаемаго каждымъ изъ нихъ и отъ толщины опалубки.

Степень сопротивленія кружальныхъ реберъ должна быть разсчитана по грузу той части свода, которая лежитъ на кружалахъ. Если черезъ слабыя точки свода по всему его протяженію проведемъ линію, то опа отдѣлитъ часть свода, требующую поддержки и, стало быть, давящую на кружалала, отъ той, которая можетъ держаться сама собою, вслѣдствіе тренія и вязкости раствора, и потому не производитъ никакого давленія на кружала. Доски или брусья, составляющіе опалубку, имѣютъ точки опоры только на кружальныхъ ребрахъ; поэтому разстояніе между ребрами не должно превосходить предѣла, при которомъ эти доски



Чер. 970.

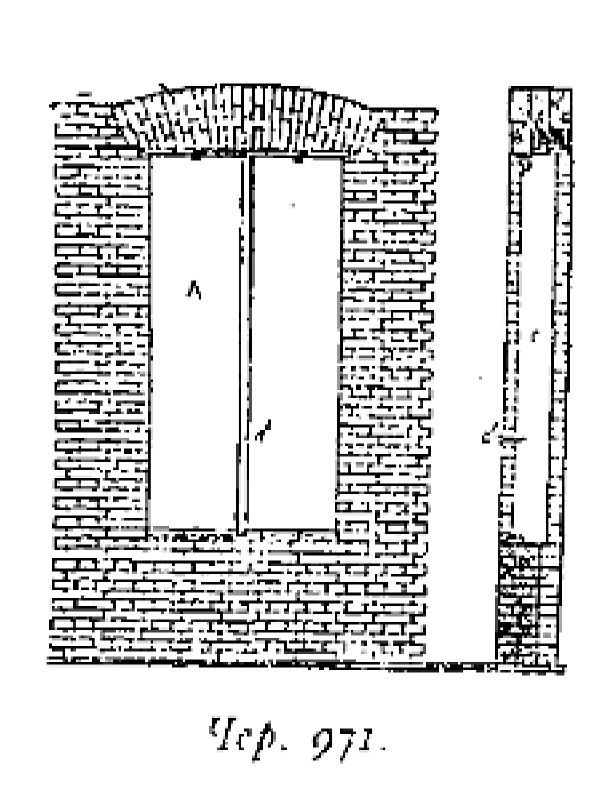
Чер. 972.

или брусья могутъ выгибаться. При кирпичныхъ сводахъ, на опалубку употребляютъ дюймовыя доски, располагая ребра на разстояніи 1-го аршина; въ случаѣ болѣе толстыхъ досокъ, напримѣръ, въ 2 дюйма, можетъ быть допущено разстояніе реберъ въ 1½ до 2 аршинъ. При ребрахъ, устраиваемыхъ изъ брусьевъ, опалубка дѣлается также брусчатая; разстояніе между ребрами здѣсь обыкновенно въ 1 сажень.

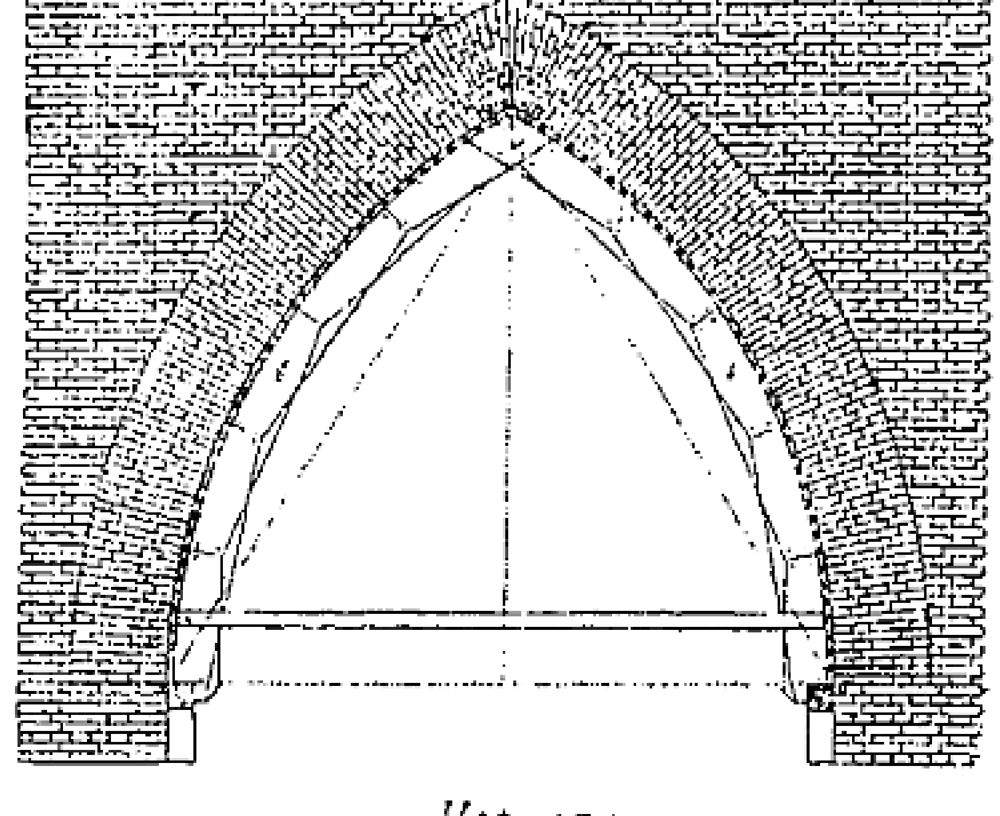
Доски, составляющія палубу прикрѣпляются къ бревнамъ гвоздями. Опалубливаніе реберъ происходитъ передъ приступомъ къ кладкѣ свода или, что еще лучше, исподволь, по мѣрѣ возвышенія свода; послѣдній способъ облегчаетъ производство кладки. Въ самомъ дѣлѣ, при полной опалубкѣ каменьщикъ, производя кладку верхнихъ частей свода, долженъ работать подъ своими ногами, тогда какъ при вто-

ромъ способѣ онъ можетъ стоять внутри свода на подмосткахъ и работать съ большимъ удобствомъ. Разумѣется, что для удержанія кружальныхъ реберъ на мѣстѣ, надобно прибить къ нимъ гвоздями нѣсколько палубныхъ досокъ, оставляя однакожъ между рядами ихъ такіе промежутки, чтобы каменьщикъ съ инструментами могъ въ нихъ помѣститься.

Кладка малыхъ арокъ и перемычекъ для покрытія отверстій, оставляемыхъ въ стѣнахъ, производится немедленно по возведеніи ихъ опоръ; но большія подпружныя арки и собственно своды должны быть выводимы не прежде, какъ по



Чер. 971.



Чер. 974.

прекращеніи движенія опоръ. Кромѣ этой предосторожности необходимо для прочности свода нагрузить опоры всѣмъ тѣмъ, что онѣ должны нести: другими словами, надобно вездѣ, гдѣ только представится возможность, приступать къ кладкѣ сводовъ не прежде, какъ по окончаніи крыши.

Отсюда проистекаетъ еще и то удобство, что сводъ будетъ предохраненъ отъ дождя и ударовъ бревенъ, которыя могутъ падать сверху, при устройствѣ потолковъ и стропилъ.

При кладкѣ арокъ небольшой ширины, напримѣръ, покрывающихъ отверстія въ стѣнахъ, требуется не менѣе двухъ реберъ и только въ какихъ-либо особенныхъ случаяхъ—болѣе двухъ.

Если арка имѣетъ не болѣе $1^1/_2$ кирпича въ толщину, то опалубки можно не дѣлать, потому что кирпичи будутъ достаточно поддерживаемы самими ребрами. Впрочемъ, ребра ставятся въ этомъ случаѣ не у самыхъ щекъ арки, а немного отступя, какъ показано на чер. 961 (текстъ). Ребра подперты здѣсь двумя досками, прислоненными къ стѣнамъ.

На этомъ-же чертежѣ показано, какъ приготовляются пяты для принятія арки.

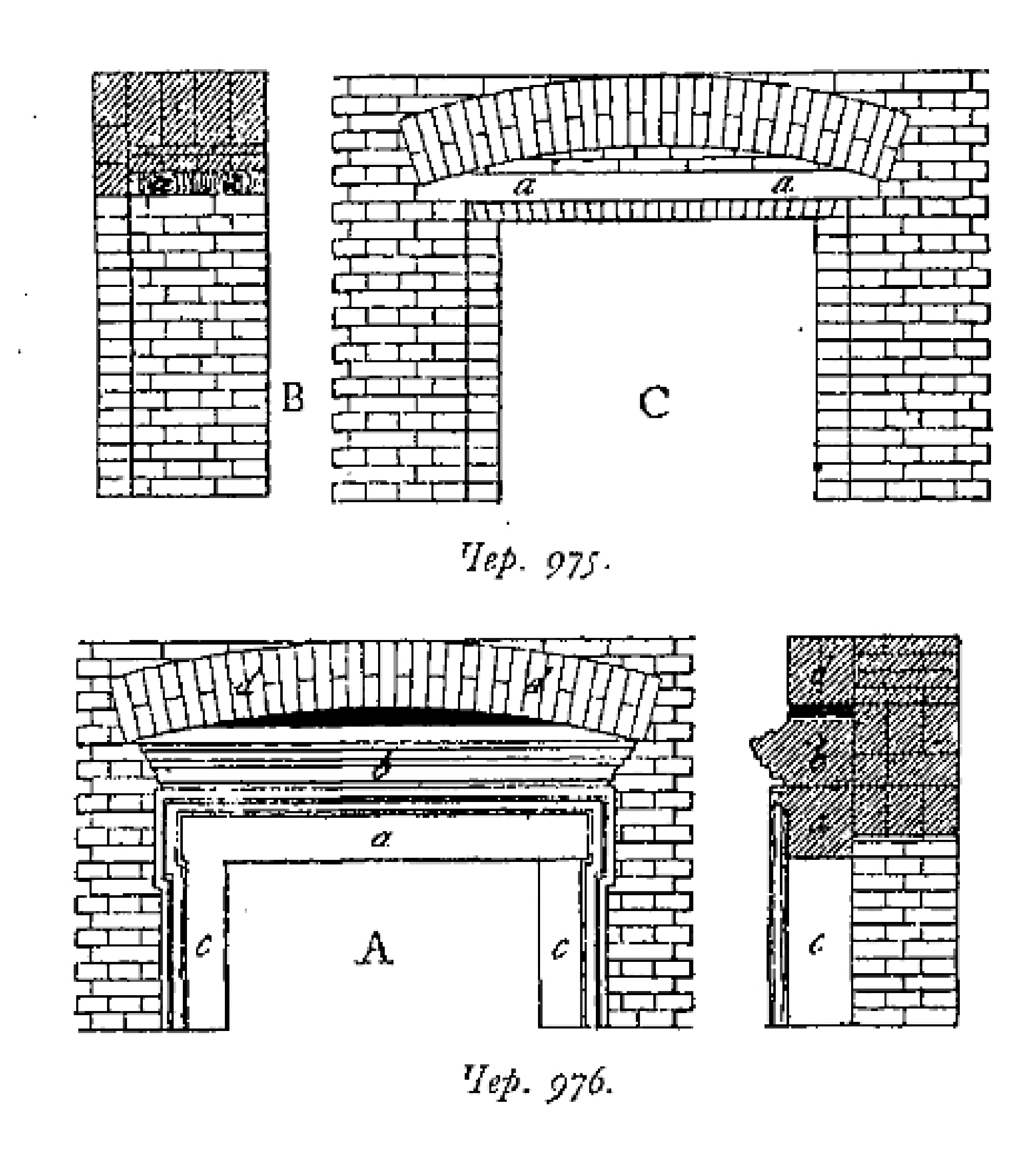
Арки значительныхъ отверстій устраиваются по тѣмъ же правиламъ и на такихъ-же кружалахъ, какъ коробчатые своды. Плоскія перемычки устраиваются обыкновенно на доскѣ, положенной плашмя, стесанные концы которой выходятъ въ швы между кирпичами, чер. 971 (текстъ).

Средина доски (или досокъ) подпирается стойкою. Такое устройство кружала можетъ быть употреблено при отверстіи въ 2 аршина; въ случаѣ болѣе широкихъ отверстій надобно вставить болѣе подпоръ.

Чер. 973 (текстъ) показываетъ другой способъ поддержанія концовъ доски. При кладкѣ арокъ, направленіе швовъ всего легче означается посредствомъ шнурка, котораго одинъ конецъ укрѣпленъ въ центрѣ дуги, принятой за направляющую арки. Если-бы этого простѣйшаго способа нельзя было употребить, то приготовляютъ шаблонъ арки, на которой означены направленія швовъ. При пологихъ аркахъ (напримѣръ, такихъ, у которыхъ отрѣзокъ дуги, длиною въ три вершка можетъ быть принятъ за прямую линію) направленіе кирпичей очень легко опредѣляется опытными каменьщиками на глазъ. При кладкѣ стрѣльчатыхъ арокъ клинья направляются въ центръ дуги по общимъ правиламъ кладки сводовъ, но, приближаясь къ вершинѣ и не доходя до нея на нѣсколько вершковъ съ обѣихъ сторонъ, направленіе кладки измѣняютъ и направляютъ швы въ какую-либо точку средней ордонаты, взятую близко къ вершинѣ, чер. 974 (текстъ).

У плоскихъ перемычекъ швы направляются въ центръ, взятый на разстояніи отъ нижней поверхности, равномъ отъ 1 до 2 отверстій перемычки. Верхъ перемычекъ дѣлается по дугѣ или по прямой, чер. 971 и 972 (текстъ). При устрой-

ствѣ арокъ изъ тесоваго камня, избѣгаютъ употребленія для направляющей эллипса по причинѣ затрудненій, встрѣчаемыхъ при опредѣленіи направленія нормальныхъ и взамѣнъ эллипса вошли въ употребленіе коробовыя кривыя. Но такъ какъ причина эта не имѣетъ мѣста при кирпичныхъ аркахъ и, кромѣ того, эллиптическія арки легче чертятся на платформѣ и на видъ красивѣе коробчатыхъ кривыхъ, то, слѣ-



Чер. 975.

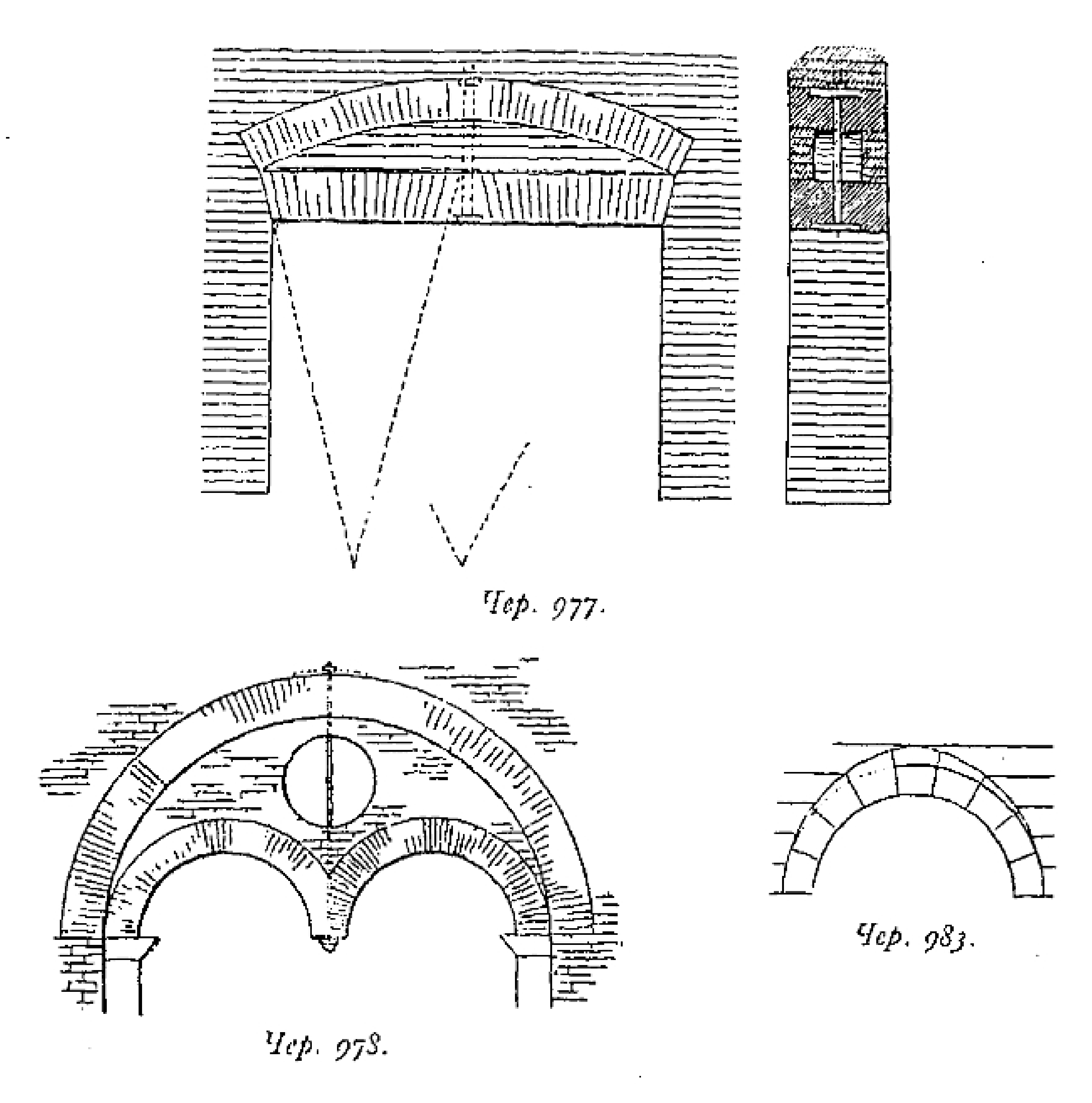
Чер. 976.

довательно, нѣтъ никакой причины употреблять послѣднія вмѣсто эллипсовъ.

Если надъ перемычками, которыхъ отверстіе болѣе 2-хъ аршинъ, возвышаются полныя стѣны или какой либо другой обременяющій ихъ грузъ, то поверхъ ихъ устраиваютъ *разгрузныя арки*, чер. 975 и 976 (текстъ). Промежутокъ между разгрузною аркою и перемычкою долженъ быть заполняемъ уже по устройствѣ разгрузной арки; иначе осадка ея можетъ вредно дѣйствовать на перемычку. Если промежутокъ этотъ значителенъ, то устройство кружалъ подъ разгрузную

арку и разборка ихъ не представитъ никакого затрудненія; въ противномъ случаѣ надобно приготовить форму для разгрузной арки изъ сырого песку и класть на немъ арку, чер. 976 (текстъ).

По окончаніи арки песокъ легко можетъ быть вынутъ. Потомъ, когда разгрузная арка приметъ полную нагрузку



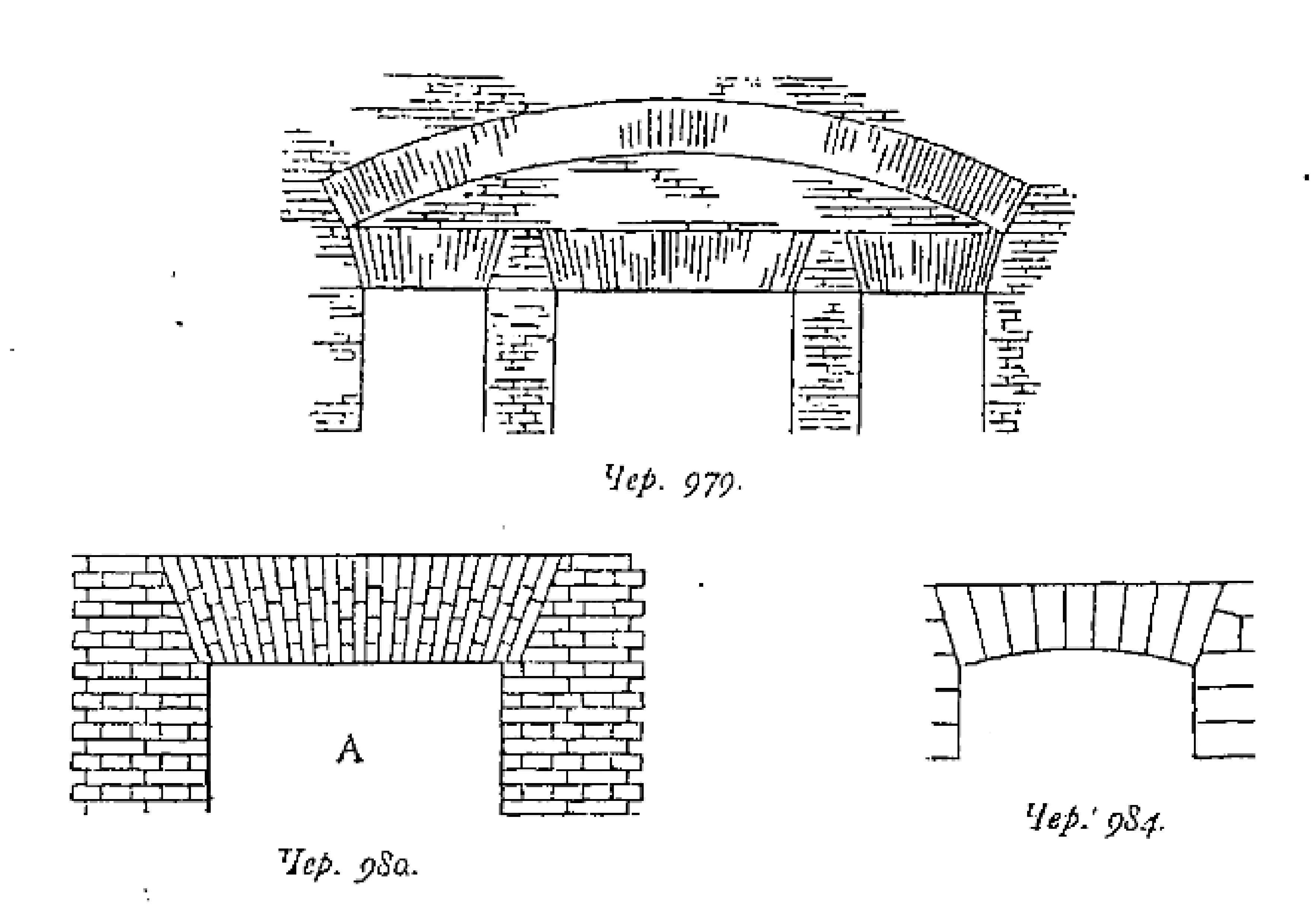
Чер. 977.

Чер. 978.

Чер. 983.

и осадку, приступаютъ къ заполненію промежутка. При отверстіяхъ еще значительнѣйшихъ, напримѣръ, болѣе 1½ саженъ, перемычку обыкновенно поддерживаютъ по срединѣ желѣзнымъ болтомъ, который укрѣпленъ верхнимъ своимъ концомъ къ разгрузной аркѣ. Для большей прочности сверху разгрузной и снизу плоской арки кладутся желѣзныя полосы, сквозь которыя проходятъ концы болта. На одномъ концѣ

болта дѣлается шляпка, а на другой конецъ навинчивается гайка, чер. 977 (текстъ). На этомъ способѣ поддержанія средины арокъ, основывается возможность устройства подвѣсныхъ арокъ, показанныхъ на чер. 978 (текстъ). Если дано нѣсколько отверстій, раздѣленныхъ слабыми столбами, то для отклоненія груза отъ этихъ слабыхъ подпоръ, дѣлаютъ



Чер. 979.

Чер. 980.

Чер. 981.

одну разгрузную арку надъ всѣми отверстіями, чер. 979 (текстъ).

На чер. 980—982 (текстъ) показаны примѣры кладки перемычекъ.

При устройствѣ арокъ изъ тесоваго камня, форма клиньевъ и всѣ шаблоны приготовляются по правиламъ разрѣзки камней; мы ограничимся здѣсь только нѣсколькими замѣчаніями на счетъ сопряженія щекъ свода со стѣною. Стѣнки, заполняющія пахи между арками, состоятъ изъ горизонтальной кладки, камни которой образуютъ острые углы съ внѣшнею кривою арки; подобныхъ угловъ, какъ извѣстно, слѣдуетъ избѣгать. Въ палаццахъ Флоренціи неудобство это не устранено, но значительно уменьшено было тѣмъ, что внѣшняя кривая арка дѣлалась въ видѣ стрѣлки, чер. 983 (текстъ).

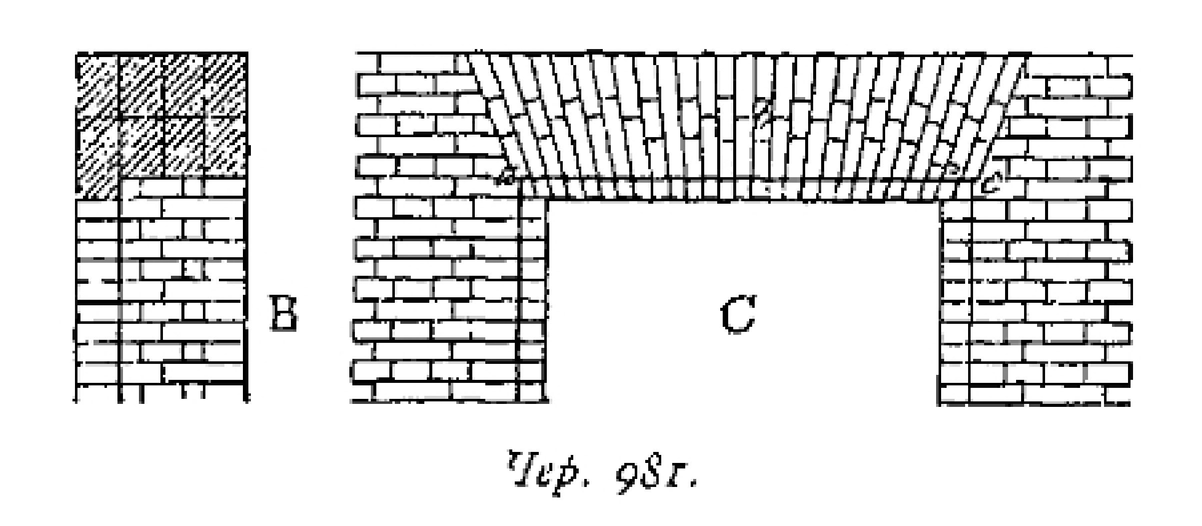
Углы, какъ видно изъ чертежа, остаются острые; но однако-же они значительно больше, чѣмъ были-бы въ случаѣ полукруга. Вотъ причина увеличенія толщины клиньевъ у вершины свода. Увеличеніе это, какъ извѣстно, противурѣчитъ правиламъ равновѣсія сводовъ.

Изъ общихъ началъ строительнаго искусства извѣстно, что для равновѣсія арки толщина ея должна быть:

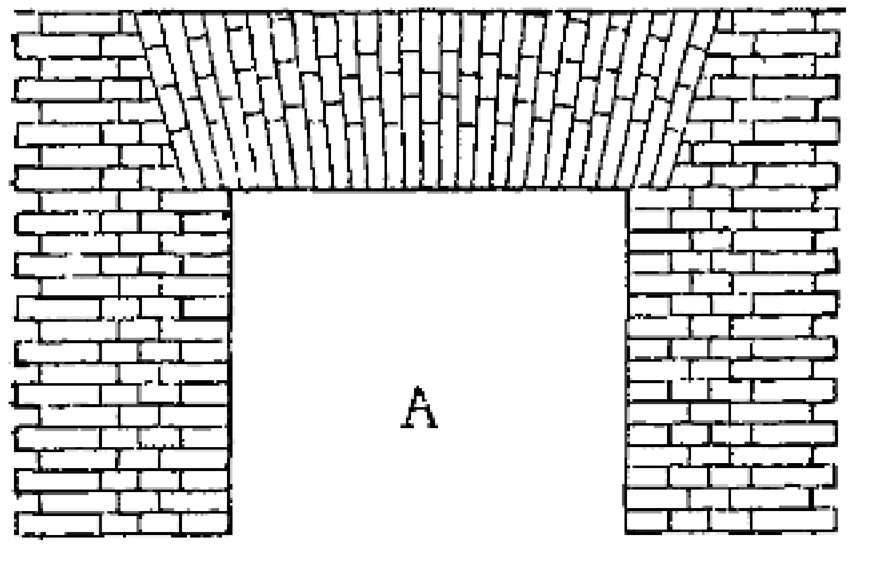
1) при *цѣпной линіи*—одинаковая какъ у пятъ, такъ и у ключа.

2) *при параболѣ*—толще въ ключѣ, чѣмъ у пятъ и

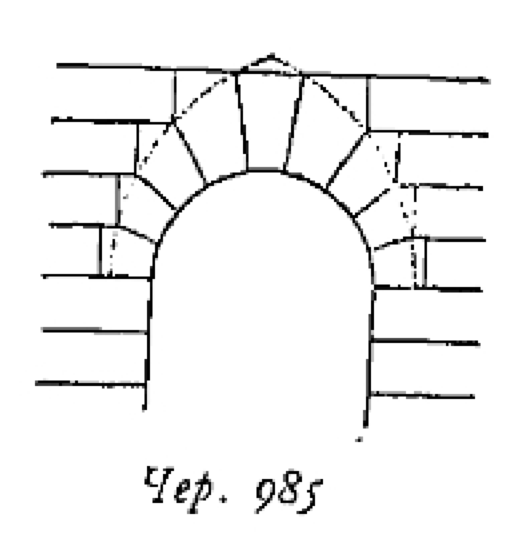
3) *при эллипсѣ, полукругѣ и дугѣ круга,* однимъ словомъ,



Чер. 98г.



Чер. 98г.

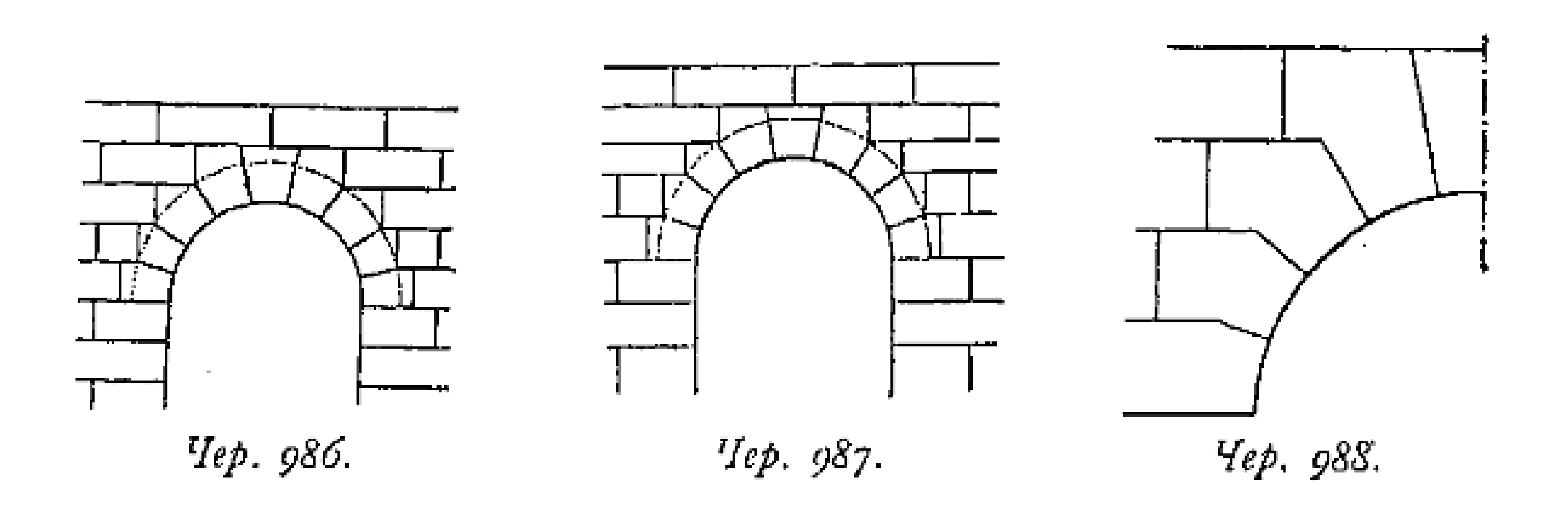


Чер. 98s

при всѣхъ обыкновенно употребляемыхъ кривыхъ,—толще у пятъ, чѣмъ въ ключѣ.

Впрочемъ правила эти, наблюдаемыя при кладкѣ внутреннихъ частей сводовъ безъ всякаго неудобства могутъ быть нарушены, когда дѣло идетъ о сопряженіи щекъ арки со стѣною. Въ этомъ случаѣ щека и стѣна должны представлять одно и при разрѣзкѣ камней, ихъ составляющихъ, должно обратить вниманіе только на то, чтобы арка имѣла возможно правильный и красивый видъ.

При плоскихъ аркахъ щековые клинья продолжаются подъ одну горизонтальную линію, чер. 984 (текстъ). Ограничивая клинья съ наружной ихъ стороны горизонтальными и вертикальными плоскостями, мы избѣгаемъ совершенно острыхъ угловъ. Однако, и при этомъ расположеніи встрѣчается слѣдующее неудобство. Если всѣ горизонтальные камни будутъ имѣть одинаковую высоту, то клинья арки будутъ неравны, чер. 985 (текстъ), если наоборотъ, сдѣлать клинья одинаковой толщины, то горизонтальная кладка должна будетъ состоять изъ неравныхъ рядовъ, чер. 986 (текстъ). Все это будетъ имѣть мѣсто, если предположимъ, что длина швовъ постоянна. Но ничто не мѣшаетъ намъ, особенно для



Чер. 986. *Чер. 987.* *Чер. 988.*

щекъ арокъ, увеличить длину швовъ, по мѣрѣ приближенія ихъ къ вершинѣ такъ, чтобы концы ихъ находились на пересѣченіи клиньевъ одинаковой толщины съ рядами кладки одинаковой высоты, чер. 987 (текстъ).

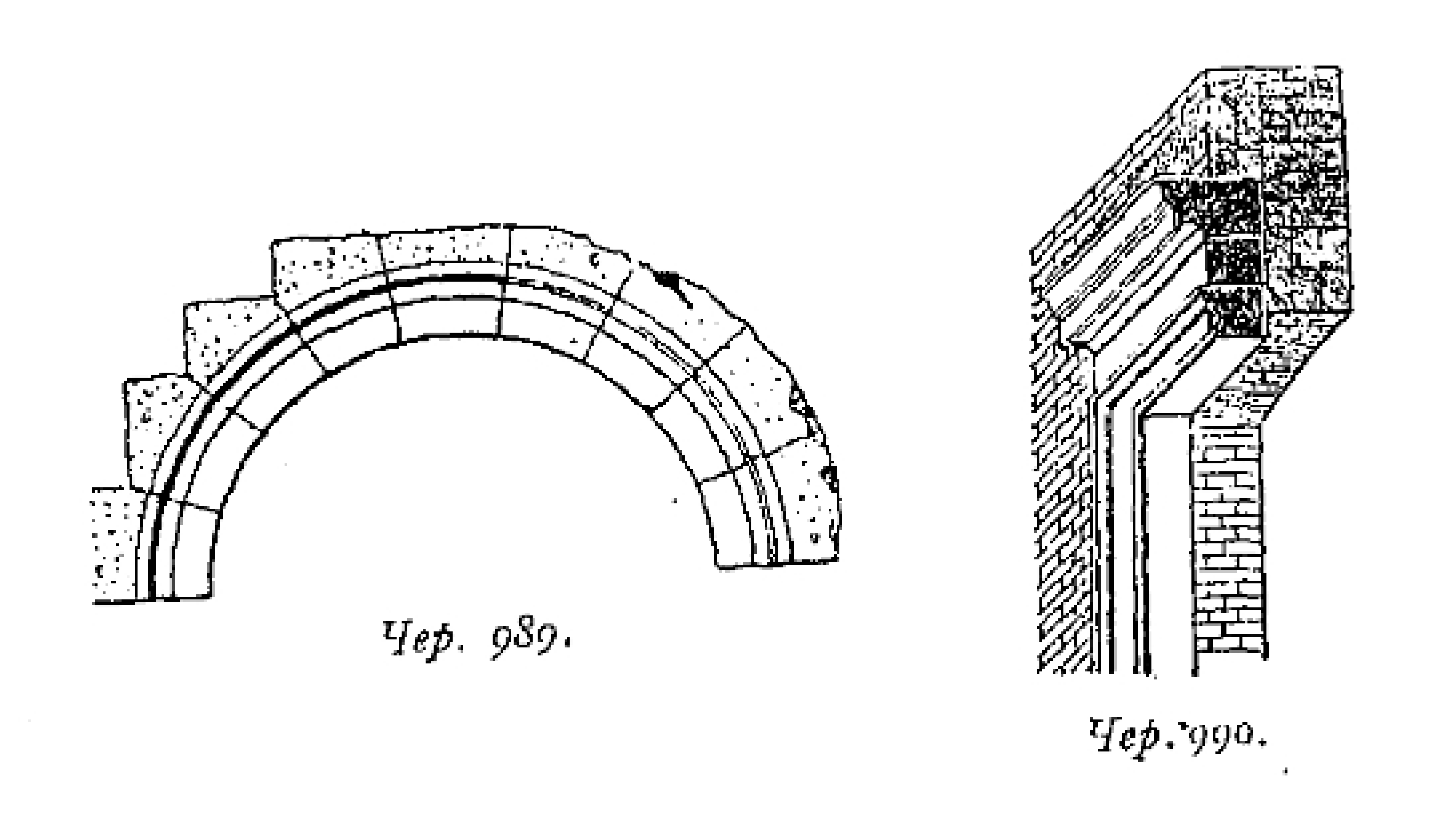
Если длины швовъ въ этомъ случаѣ выходятъ слишкомъ различныя, то можно отступить нѣсколько отъ этого правила, т. е. увеличить нѣсколько длину швовъ клиньевъ при приближеніи къ вершинѣ, а высоту горизонтальныхъ рядовъ уменьшить. Расположеніе клиньевъ въ видѣ крючьевъ, чер. 988 (текстъ), какъ противное основнымъ правиламъ каменной кладки, не должно быть употребляемо.

Когда однѣ лишь арки выводятся изъ тесоваго камня, а стѣны приготовляются подъ штукатурку, то часть клиньевъ, чисто обтесанная, выступаетъ нѣсколько впередъ изъ щековой стѣны, что и составитъ наличникъ арки, чер. 989 (текстъ).

Въ плоскихъ перемычкахъ острые углы отстраняются расположеніемъ швовъ въ видѣ ломанныхъ линій, чер. 984 (текстъ). На чер. 990 (текстъ) представленъ способъ соединенія тесовой кладки съ кирпичною, при устройствѣ оконной перемычки.

Для объясненія всѣхъ подробностей устройства кружалъ для коробчатыхъ сводовъ полагается полезнымъ привести слѣдующіе примѣры устройства таковыхъ кружалъ:

1) Пусть дано покрыть плоскимъ коробчатымъ сводомъ небольшое отверстіе, напримѣръ около 4-хъ аршинъ, заклю-



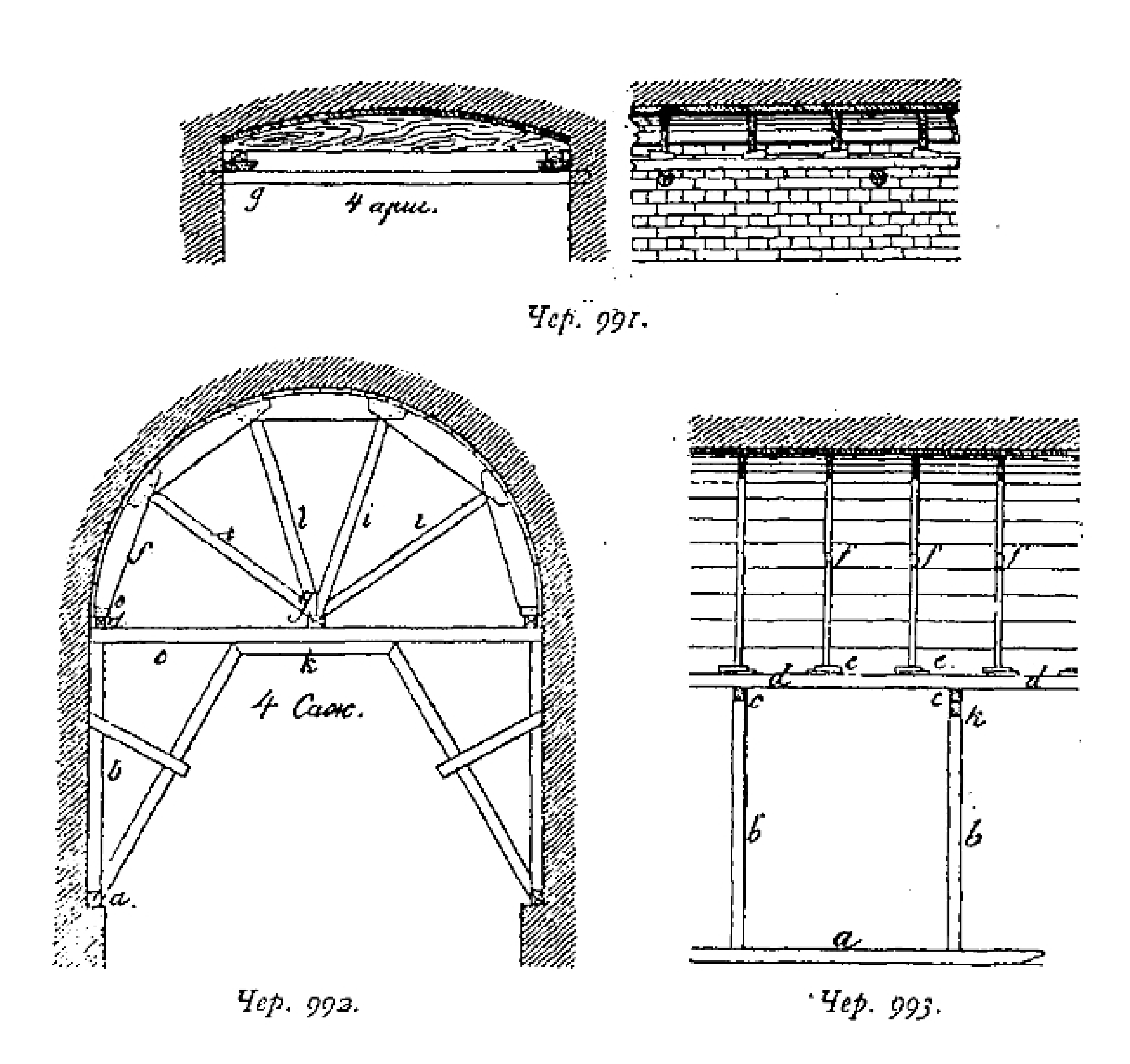
Чер. 989.

Чер. 990.

ченное между двумя стѣнами. Чер. 991 (текстъ) представляетъ расположеніе кружалъ въ двухъ разрѣзахъ. Кружальныя ребра, состоящія каждое изъ одной обтесанной доски и разставленныя на аршинномъ разстояніи другъ отъ друга, упираются посредствомъ клиньевъ на *прогоны*, а прогоны поддерживаются поперечными бревнами или *кладями*, вставленными въ стѣнѣ. Клади *g* расположены на разстояніи 2½ аршинъ одна отъ другой. Клинья служатъ для того, чтобы удобнѣе было расположить ребра подъ ватерпасъ и, въ особенности, чтобы можно было удобно вынуть кружала изъ подъ свода, по окончаніи его.

2) Положимъ, что нужно приготовить кружала для полукруглаго коробчатаго свода, при отверстіи около 4 сажень. Чер. 992 (текстъ) представляетъ расположеніе кружалъ въ этомъ случаѣ. На обрѣзахъ стѣнъ положены лежни *a*; на нихъ

опираются стойки *b*. Прогоны должны быть такой толщины, чтобы они, при принятомъ разстояніи кладей, не могли гнуться подъ тяжестью свода; на прогонахъ лежатъ ребра *f*, поддерживаемыя клиньями *e*. Средній прогонъ *g* принимаетъ на себя концы разстрѣлинъ *i*, которыя подводятся по мѣрѣ возвышенія свода. Дабы клади отъ напора разстрѣлинъ не



Чер. 991.

Чер. 992.

Чер. 993.

могли гнуться, подпираютъ ихъ стойками, или подводятъ подкосное сопряженіе *k* (шпренгель).

На продольномъ разрѣзѣ, чер. 993 (текстъ), разстрѣлины и подкосное сопряженіе не показаны.

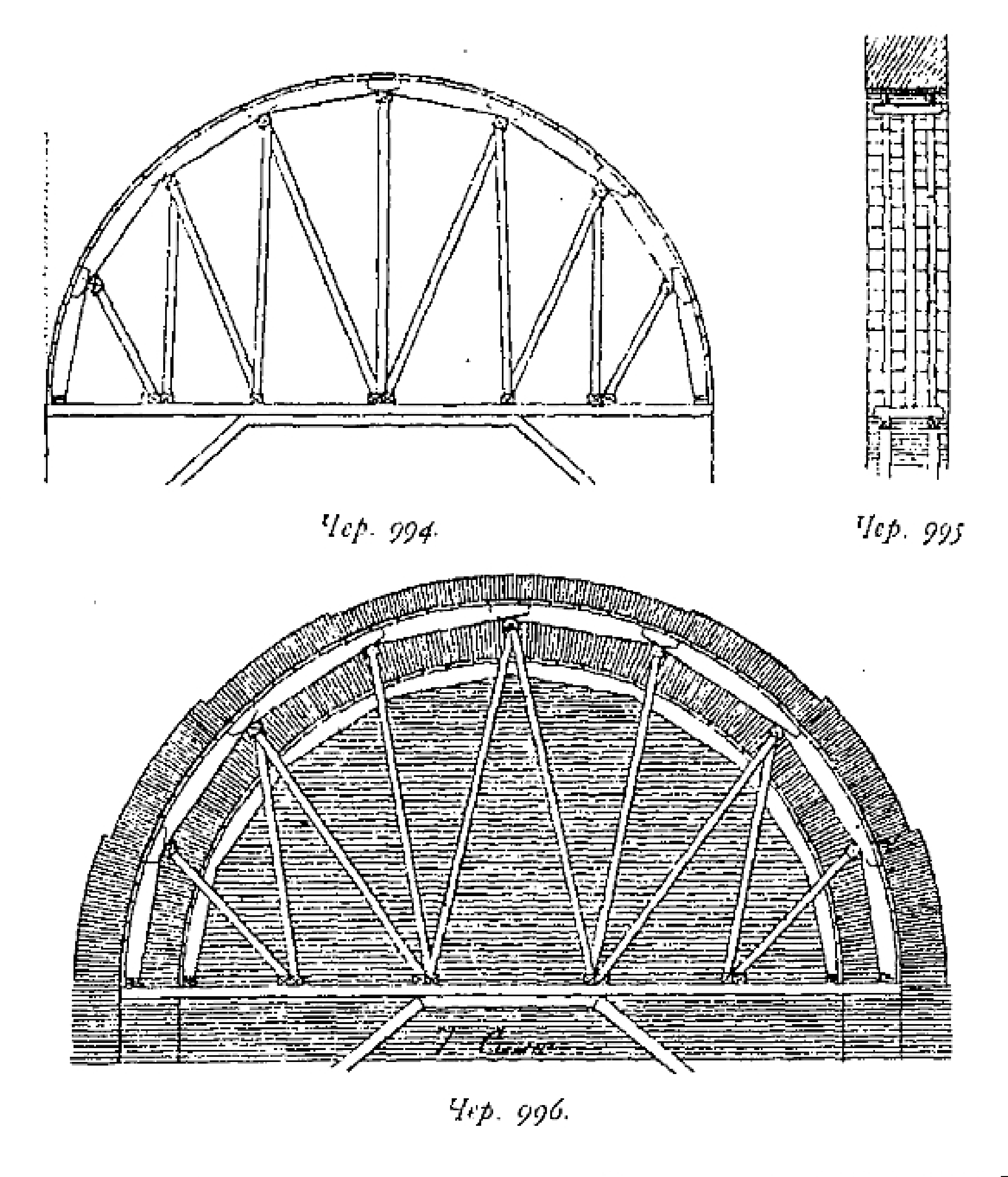
Чер. 994—998 (текстъ) представляютъ устройство кружалъ, при отверстіи свода около 6 или 7 саженъ.

На чер. 994 видны: составъ кружальныхъ реберъ, расположеніе разстрѣлинъ и также особенные бруски, которые

въ предъидущихъ случаяхъ не были употреблены: это прогоны на верхнихъ концахъ разстрѣлинъ, вставленные для равномѣрнаго поддержанія свода разстрѣлинами во всѣхъ его частяхъ.

Сверхъ того, прогонами этими можно уменьшить число разстрѣлинъ, какъ видно изъ чер. 994 (текстъ).

Чер. 996 (текстъ) изображаетъ кружала для подпружной



Чер. 994. *Чер. 995*

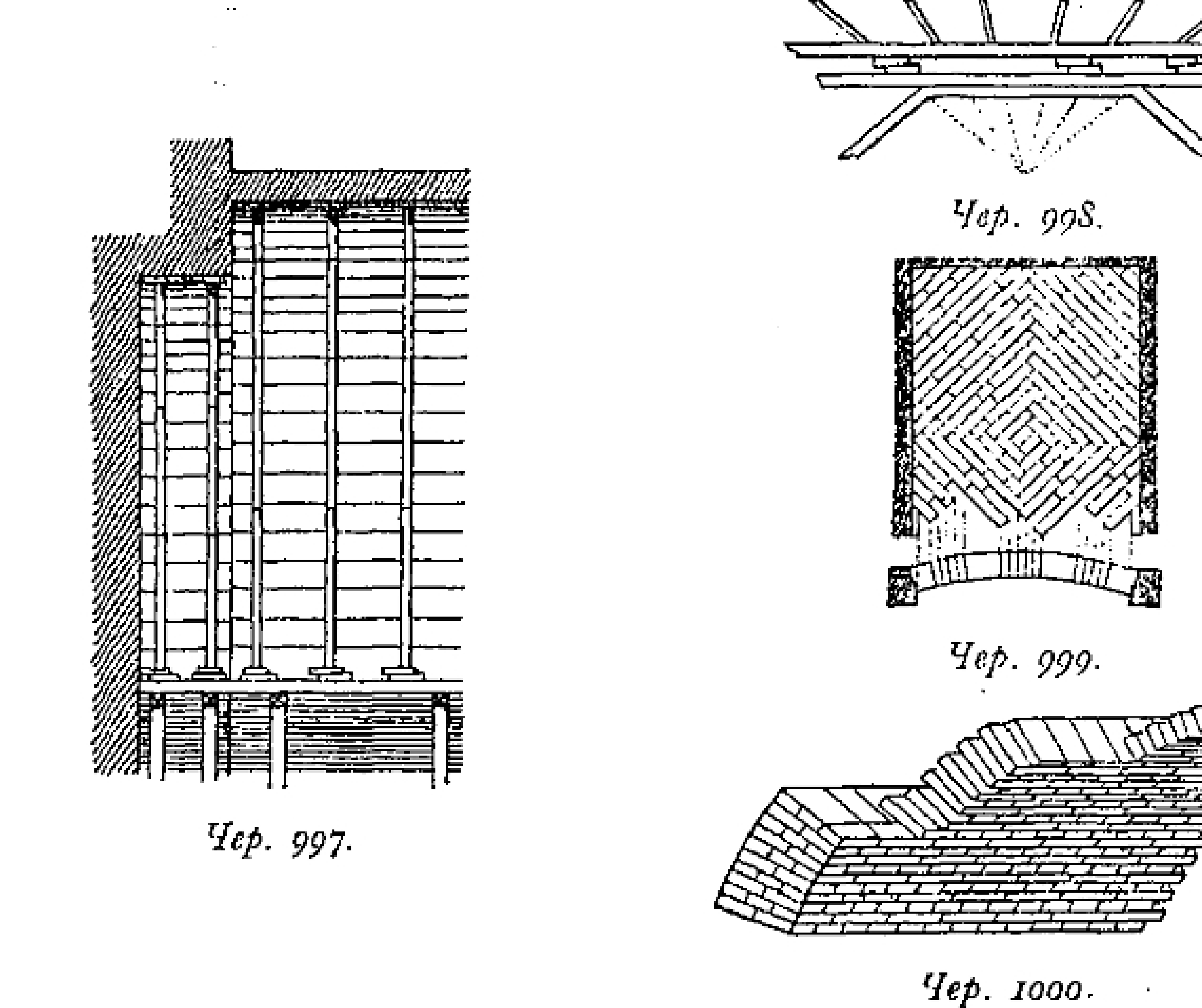
Чер. 996.

арки; разстрѣлины расположены здѣсь по другой системѣ, чѣмъ на чер. 994 (текстъ).

На чер. 998 ib. показаны клинья, служащіе для постепеннаго опусканія всей формы вмѣстѣ съ разстрѣлинами,

Бревна, употребляемыя на стойки, имѣютъ натуральную круглую форму; бревна для кладей и прогоновъ немного обтесываются съ цѣлью удобнѣйшаго сопряженія; наконецъ на разстрѣлины употребляются бревна, расколотыя пополамъ или на четыре части.

Для приготовленія кружалъ подъ распалубки устраиваютъ кружала для главнаго свода такъ, какъ будто бы распалубокъ не было и потомъ, поверхъ палубы главнаго свода,



Чер. 998.

Чер. 999.

Чер. 997.

Чер. 1000.

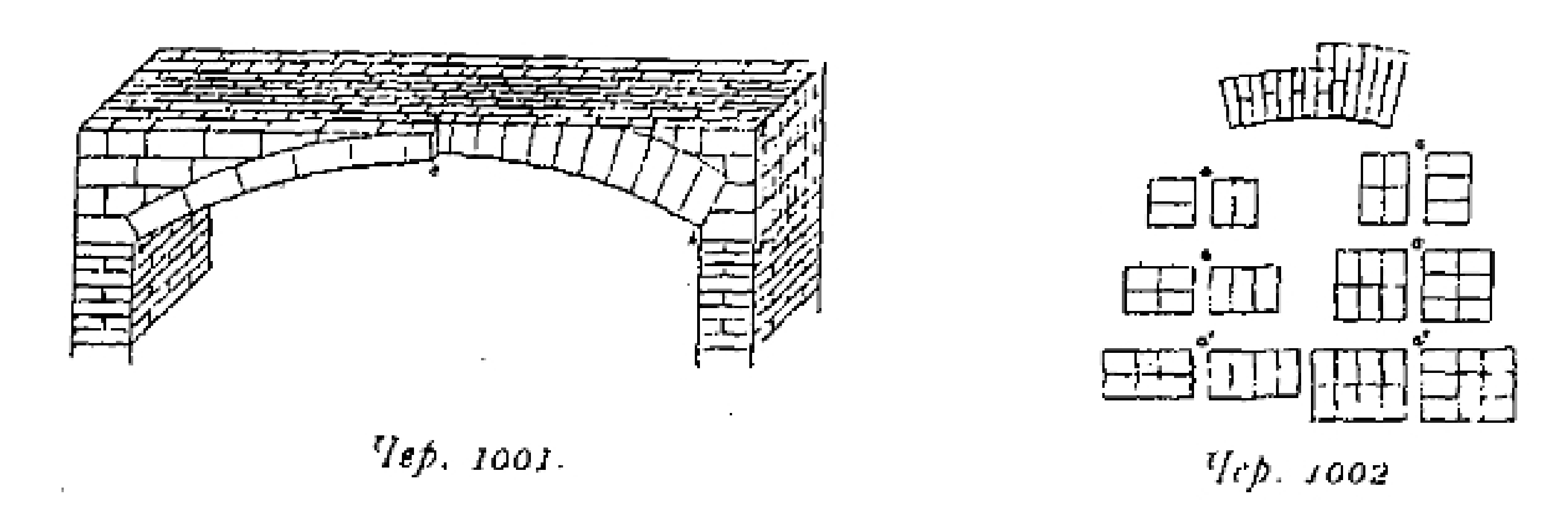
ставятъ кружальныя ребра, сообразно принятой формѣ распалубки.

По прикрѣпленіи реберъ этихъ гвоздями къ палубѣ, поверхъ ихъ настилается вторая опалубка, которая и будетъ служить формою для распалубки. Распалубки кладутся прямою или косою кладкою, чер. 999 (текстъ).

Кладка коробчатаго свода производится на приготовленныхъ кружалахъ, по общимъ правиламъ кладки кривыхъ поверхностей. Правила эти для коробчатыхъ сводовъ со-

стоятъ въ томъ, чтобы ряды клиньевъ шли непрерывно по всей длинѣ свода, а стыки клиньевъ располагались въ перевязку. Чер. 1000 (текстъ) представляетъ видъ перевязки кирпичей. Однако-же для плоскихъ кирпичныхъ сводовъ иногда отступаютъ отъ этого общаго правила, потому что прочность ихъ основывается не на расположеніи кирпичей нормально къ дѣйствующимъ силамъ, а на такой перевязкѣ кирпичей, при которой сводъ представляетъ одну плотную массу.

Косая кладка, представленная на чер. 999 (текстъ), есть одно изъ употребительнѣйшихъ средствъ удовлетворенія этимъ условіямъ. Очевидно, что при подобной кладкѣ про-



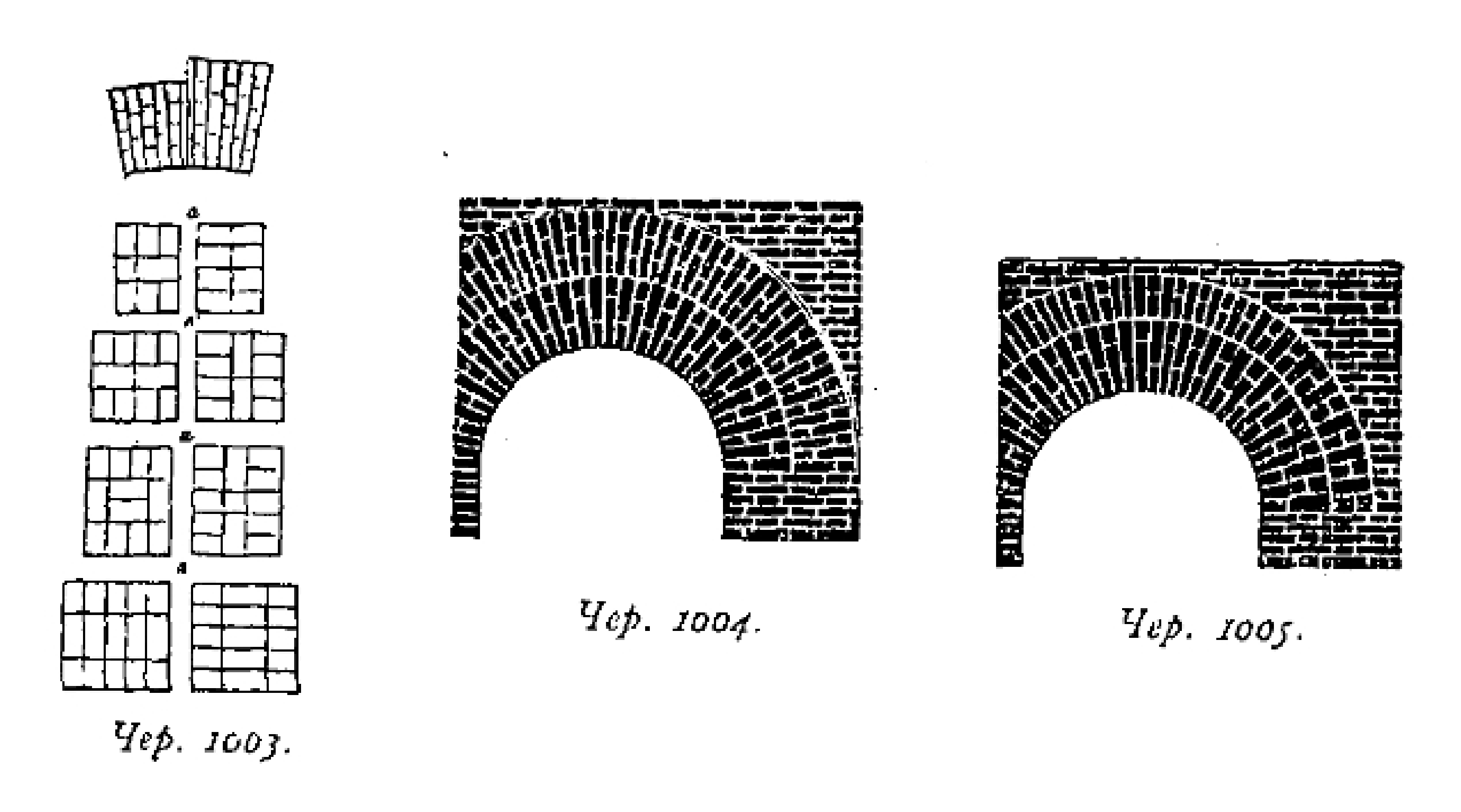
Чер. 1001. Чер. 1002

дольныя трещины въ сводѣ не легко могутъ произойти. Для плоскихъ коробчатыхъ сводовъ, которыхъ хребетъ долженъ быть выведенъ подъ одну горизонтальную плоскость, напримѣръ, для принятія лещаднаго или цементнаго пола, можно съ большимъ удобствомъ употребить кладку отдѣльными арками, шириною въ ¼ кирпича, какъ показано на чер. 1001 (текстъ). Здѣсь одна арка составлена изъ кирпичей, положенныхъ на малое ребро (стоймя), а другая смежная арка, для перевязки съ забуткою, состоитъ изъ кирпичей, положенныхъ на большое ребро. Кладка эта представляетъ еще то удобство, что ее можно производить безъ пособія кружалъ. Понятно, что если только растворъ имѣетъ такую степень вязкости, что намазанный имъ и прилѣпленный къ вертикальной стѣнѣ кирпичъ можетъ держаться липкостью раствора, то цѣлый рядъ арокъ можетъ быть выведенъ такимъ образомъ по щековой стѣнѣ. Сомкнутая арка одного ряда будетъ служить поддержкою для слѣ-

дующаго ряда и т. д. Само собою разумѣется, что въ случаѣ неимѣнія щековой стѣны, которая могла бы поддержать первый рядъ свода, необходимо устроить для этого перваго ряда легкое кружало.

Устройство кружалъ и производство кладки разныхъ видоизмѣненій коробчатаго свода не представляетъ особенныхъ трудностей. Итакъ, при сходящихъ сводахъ, кружальныя ребра ставятся въ вертикальныхъ плоскостяхъ и упираются на прогоны, положенные по наклонной плоскости. При кольцевыхъ сводахъ ребра должны быть поставлены въ плоскостяхъ нормальныхъ къ оси свода и т. д.

Чер. 1002 и 1003 (текстъ) представляютъ примѣры перевязки кирпичей въ сводахъ, имѣющихъ толщину въ 1/2, 1,



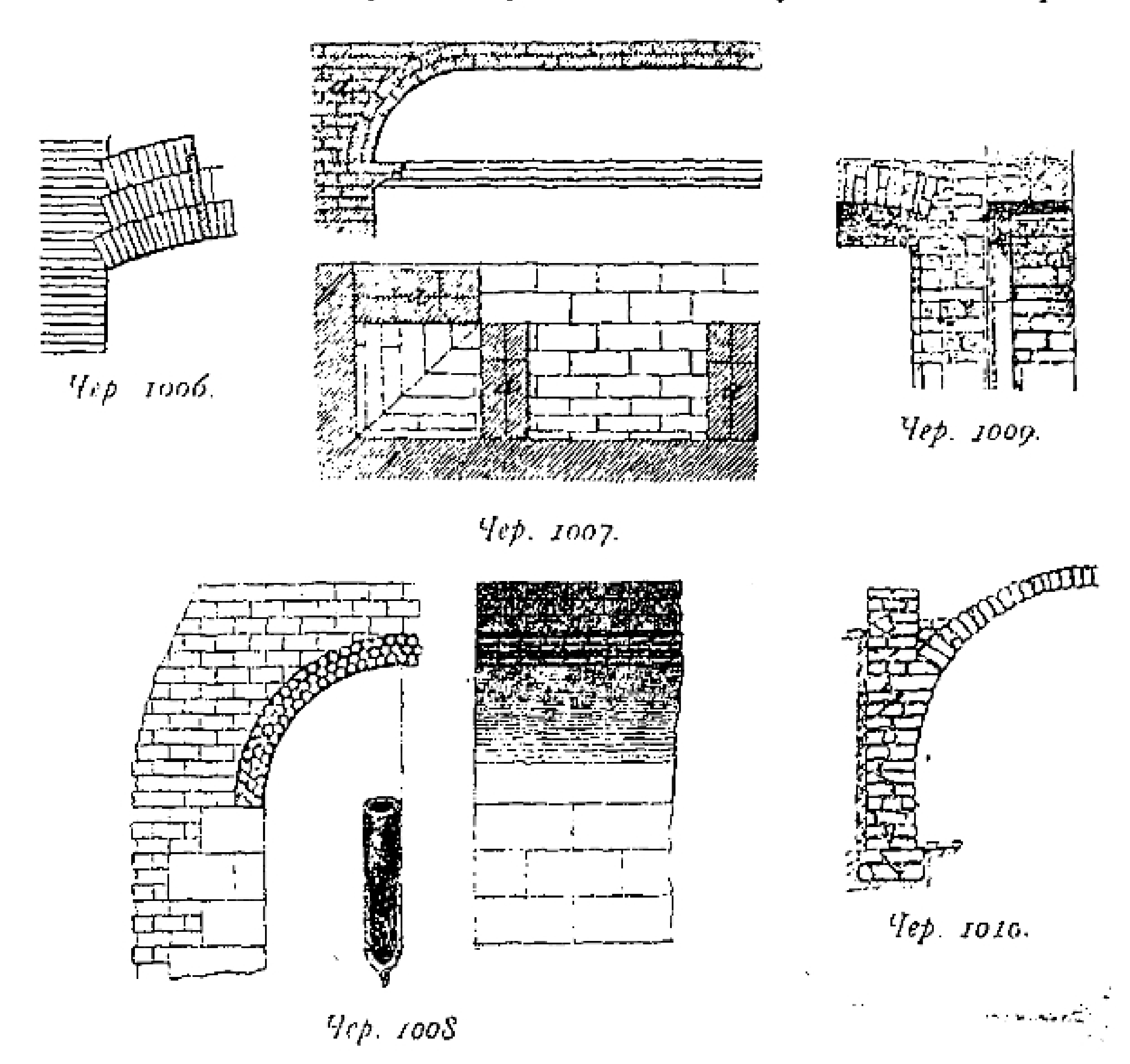
Чер. 1003. *Чер. 1004.* *Чер. 1005.*

1 1/2, 2 и 3 кирпича. Толстыя арки кладутся обыкновенно отдѣльными слоями въ 1/2 или 1 кирпичъ толщиною, чер. 1004 и 1005 (текстъ). Для доставленія лучшей связи всѣмъ слоямъ употребляется прокладная плита, проходящая черезъ нѣсколько слоевъ, чер. 1006 (текстъ).

Кладка свода должна производиться симметрически, т. е. съ обѣихъ его опоръ вдругъ, такъ, чтобы кружала были равномѣрно съ обѣихъ сторонъ нагружаемы: это необходимо для того, чтобы они сохраняли правильную форму. По доведеніи кладки свода, равномѣрно съ обѣихъ сторонъ, до вершины его, запираютъ сводъ, вставляя замокъ или замоч-

ную шелугу. Оставленное для этого отверстіе наполняется растворомъ и замочные кирпичи вставляются по нѣскольку вдругъ посредствомъ доски, положенной на нихъ, по которой дѣлаютъ легкіе удары ручною трамбовкою.

Тонкіе своды, при запираніи ихъ, могутъ легко потерять



Чер. 1006.

Чер. 1007.

Чер. 1009.

Чер. 1008

Чер. 1010.

правильность своей формы отъ поднятія частей, лежащихъ у слабыхъ точекъ.

Для избѣжанія этого надобно забучивать пазухи вмѣстѣ съ кладкою свода или, по крайней мѣрѣ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ устраивать въ пазухахъ поперечныя стѣнки, чер. 1007 (текстъ).

Горшечные своды кладутся, обыкновенно, на гипсовомъ растворѣ; самый простой способъ кладки ихъ, при плоскихъ сводахъ, состоитъ въ установкѣ ихъ на палубѣ, какъ можно плотнѣе, на сухо, потомъ они заливаются сверху жидкимъ

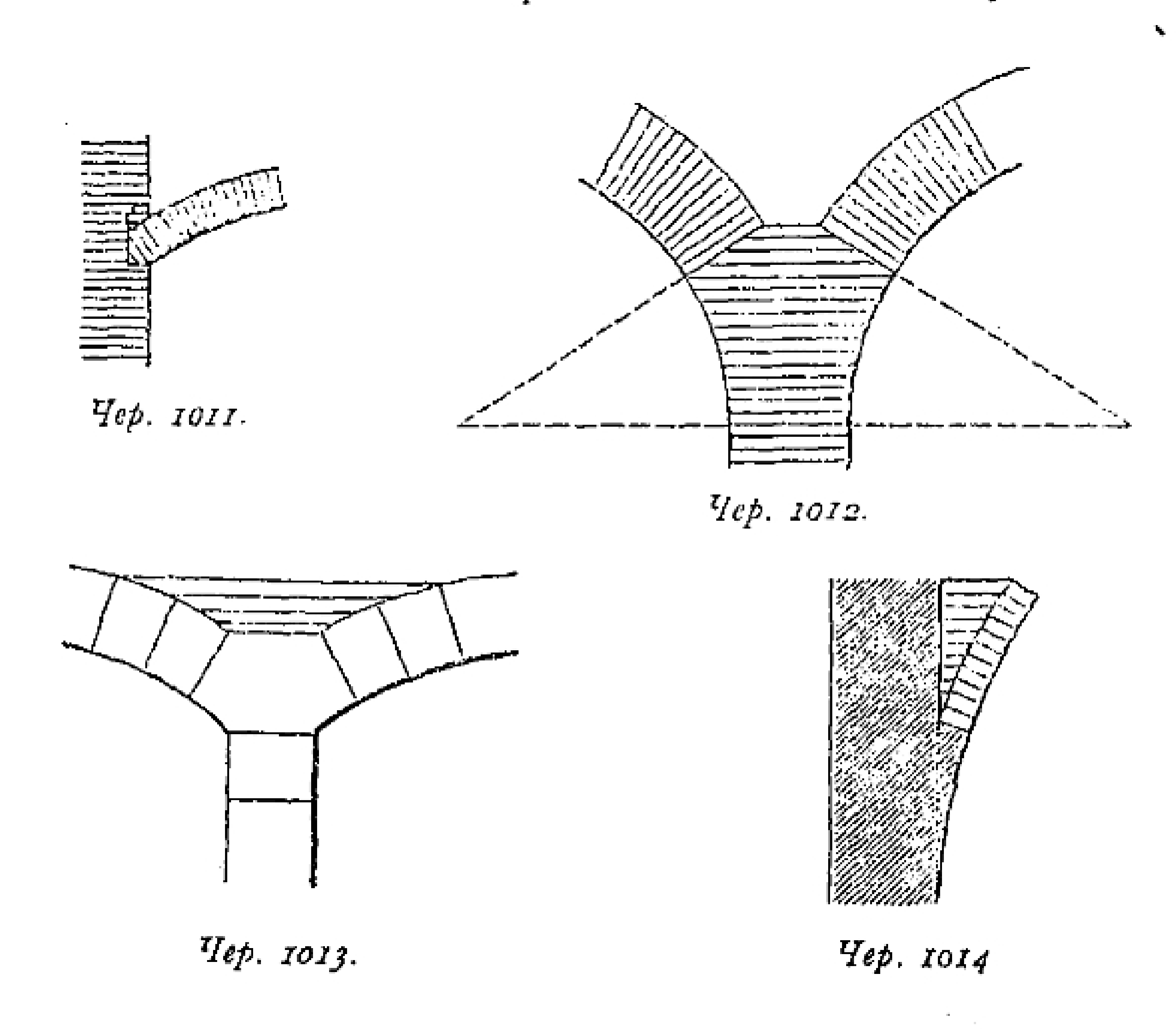
гипсовымъ растворомъ. Гипсъ легко входитъ въ самыя малыя щели, заполняетъ ихъ плотно и связываетъ всѣ горшки въ одну массу.

На чер. 1008 (текстъ) показана горшечная кладка цилиндрическаго свода.

Чер. 1009 и 1010 (текстъ) представляютъ кладку арокъ и цилиндрическаго свода изъ бутоваго камня.

На чер. 1011, 1012, 1013 и 1014 (текстъ) показаны примѣры подготовки пятъ для кладки свода.

На 1 кв. саж. цилиндрическаго свода (измѣреннаго въ



Чер. 1011.

Чер. 1012.

Чер. 1013.

Чер. 1014

планѣ) требуется, со включеніемъ забутовки, при толщинѣ свода въ 1/2 кирпича—318 кирп. и 0,021 куб. саж. раствора; при толщинѣ свода въ 1 кирпичъ, требуется 640 кирп. и 0,042 куб. саж. раствора.

f) *Раскружаливаніе коробчатыхъ сводовъ.* Своды изъ тесоваго камня держатся равновѣсіемъ всѣхъ своихъ частей. Поэтому, какъ скоро сводъ замкнутъ, отнимаютъ кружала съ тою цѣлью, чтобы всѣ клинья приняли положеніе, сооб-

разное условіямъ равновѣсія. Но такъ какъ въ кирпичныхъ сводахъ главное основаніе прочности есть связь клиньевъ, доставляемая растворомъ, то сводъ долженъ быть отдѣленъ отъ поддерживающей его палубы не прежде, какъ по совершенномъ окрѣпнутіи раствора. Отсюда происходитъ правило, наблюдаемое архитекторами и состоящее въ томъ, что сводъ долженъ оставаться на кружалахъ столь долго, сколь это возможно. Итакъ, оконныя арки сохраняютъ свои кружала до окончательнаго возведенія стѣнъ; своды составляются на кружалахъ до чистой отдѣлки зданія. Обыкновенно наблюдаютъ, чтобы кружала не вынимались изъ подъ сводовъ раньше шести недѣль, а въ самыхъ крайнихъ случаяхъ, не раньше четырехъ. Впрочемъ, надо имѣть въ виду, что сроки эти зависятъ отъ свойствъ раствора и поэтому должны быть опредѣляемы на основаніи принятыхъ мѣстныхъ обыкновеній и повѣряемы опытами.

Кружала слѣдуетъ вынимать не вдругъ, а постепенно, ослабляя подпоры верхнихъ частей реберъ и, затѣмъ, выколачивая клинья, поставленные подъ кружальныя ребра.

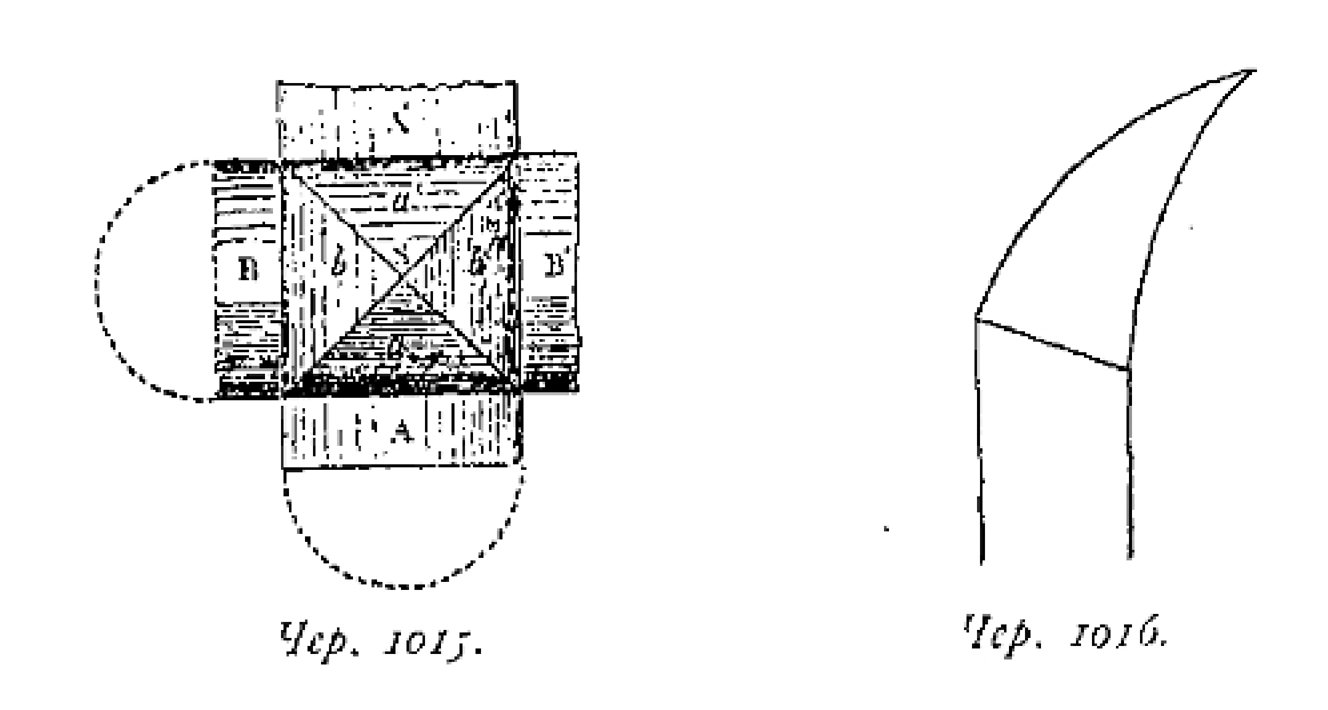
При устройствѣ большихъ кирпичныхъ сводовъ, оба описанные способы раскружаливанія соединяются слѣдующимъ образомъ.

Сводъ выводятъ быстро для того, чтобы растворъ не успѣлъ совершенно окрѣпнуть. По положеніи ключа и заполненіи паховъ свода (если это послѣдовало по проекту), ослабляютъ нѣсколько кружала. Отъ этого камни или кирпичи свода приходятъ въ нѣкоторое движеніе; еще мягкій растворъ сжимается и формируется сообразно положенію камней или кирпичей. Потомъ сводъ заливаютъ известковымъ, разжиженнымъ растворомъ, съ цѣлью заполненія щелей, которыя могли образоваться въ сводѣ. Въ этомъ положеніи сводъ остается на кружалахъ до тѣхъ поръ, пока растворъ совершенно не окрѣпнетъ: тогда уже вынимаютъ изъ подъ свода кружала, соблюдая вышеописанныя предосторожности. При первоначальномъ ослабленіи кружалъ, должно опустить ихъ на всю высоту предполагаемой осадки свода, дабы сводъ окрѣпъ въ томъ положеніи, которое онъ долженъ имѣть окончательно. При устройствѣ сводовъ безъ

полной опалубки, а только при пособіи нѣсколькихъ реберъ, служащихъ лекалами, надобно эти ребра вынимать тотчасъ, какъ только сводъ будетъ запертъ. Въ противномъ случаѣ, лекала, при осадкѣ свода, нарушатъ его правильность.

§ 81. **Своды сомкнутые, котельные или монастырскіе.** а) Въ сомкнутомъ сводѣ внутренняя поверхность составлена изъ поверхностей пересѣкающихся цилиндровъ съ одинаковымъ подъемомъ, чер. 1015 (текстъ).

Два цилиндра одинаковаго подъема, пересѣкаясь въ двухъ кривыхъ, раздѣляются каждый на четыре треугольные отрѣзка. Если возьмемъ для разнообразія внутренней поверх-



Чер. 1015. *Чер. 1016.*

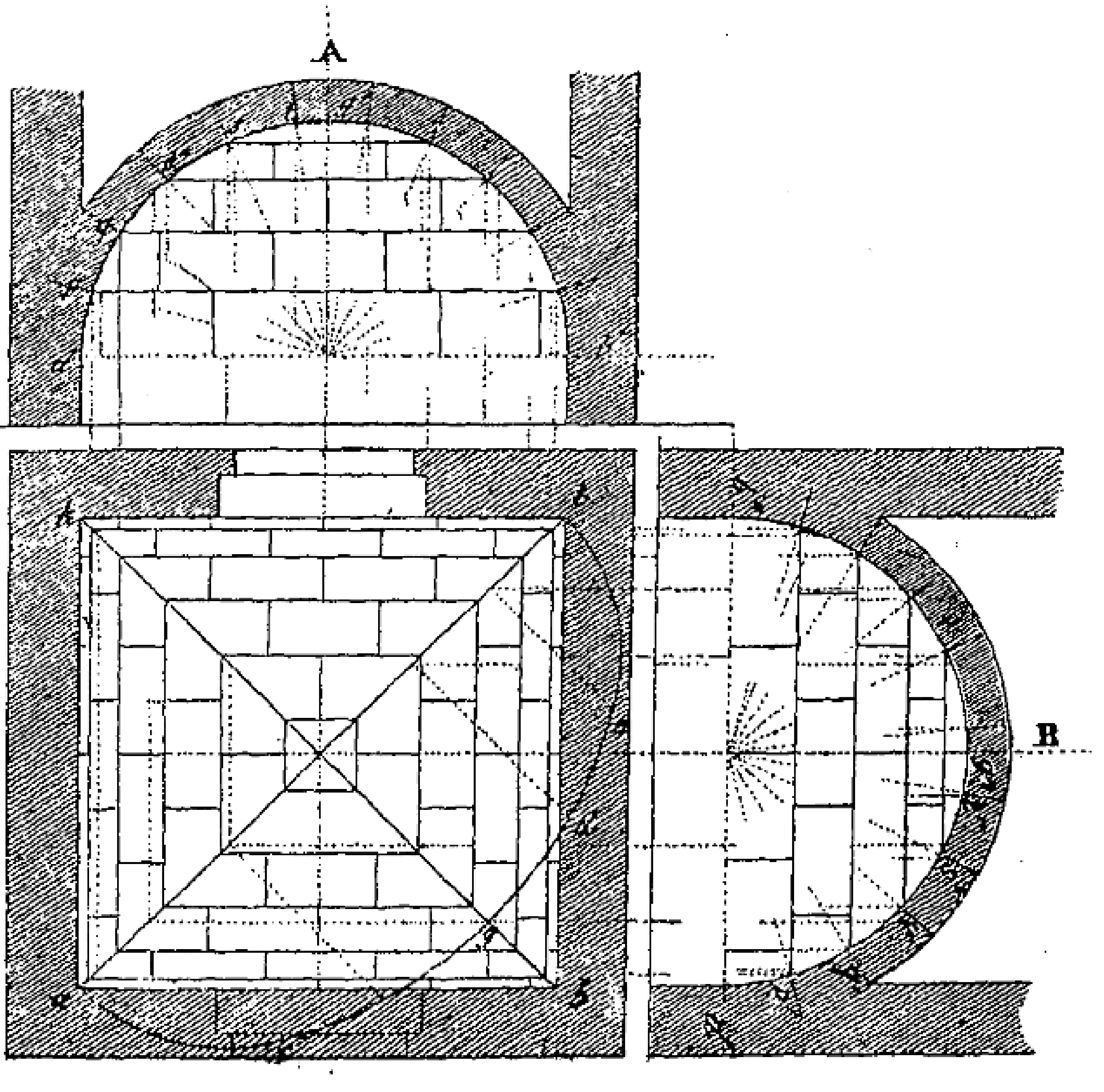
ности свода нижніе отрѣзки цилиндровъ, опирающіеся на опорныя стѣны по прямой линіи и называемые *лотками*, чер. 1016 (текстъ), то и получимъ сомкнутый сводъ. Планъ пространства, покрываемаго сомкнутымъ сводомъ, можетъ быть квадратъ, прямоугольникъ или, наконецъ, какой-нибудь многоугольникъ, у котораго однакожъ длина сторонъ не слишкомъ различна.

Для начертанія и разрѣзки сомкнутаго свода при прямоугольномъ основаніи на діагонали *ab*, чер. 1017 (текстъ), чертится кривая, по которой намѣрены сдѣлать діагонали свода.

Положимъ, что эта кривая, представленная въ совмѣщеніи съ горизонтальною плоскостью, будетъ *agb*. Примемъ эту кривую за направляющую двухъ цилиндровъ: перваго— у котораго производящія параллельны къ линіи *A*; другого— у котораго они параллельны *B*. Основаніе перваго цилиндра

построится по способу ординатъ на вертикальной плоскости A; второго — на плоскости B.

Два цилиндра эти пересѣкутся въ двухъ кривыхъ, симметрически расположенныхъ; одна изъ нихъ будетъ принятая нами направляющая agb; другая—совершенно равная первой

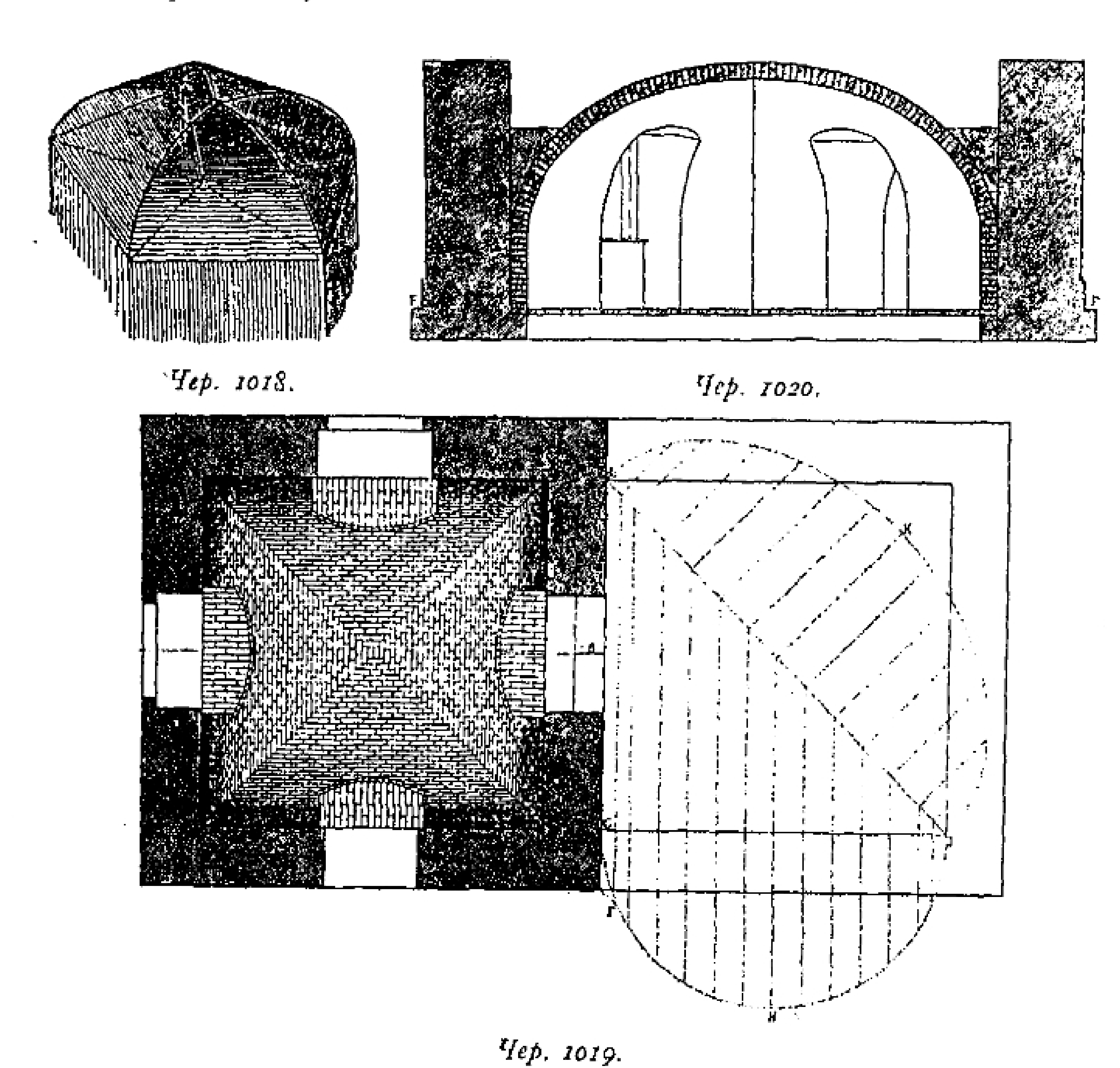


Чер. 1017.

и расположенная на другой діагонали. Такимъ образомъ, внутренняя поверхность свода означится вполнѣ. Для опредѣленія сопрягающихъ плоскостей раздѣляемъ $a'g'b'$ (на плоскости A) на нѣсколько равныхъ частей, въ точкахъ a', p, q, r, s и т. д. и черезъ эти точки проведемъ нормальныя къ кривой $a'g'b'$. Нормальныя означаетъ намъ слѣды сопрягающихъ плоскостей, которыя будутъ перпендикулярны къ пло

скости A. Сопрягающія плоскости пересѣкутся съ внутреннею поверхностью свода въ производящихъ.

Въ точкахъ, соотвѣтствующихъ пересѣченіямъ этихъ производящихъ съ діагональною кривою и проектирующихся на вертикальную плоскость B въ точкахъ p', q', r', s, t', и



Чер. 1018.

Чер. 1020.

Чер. 1019.

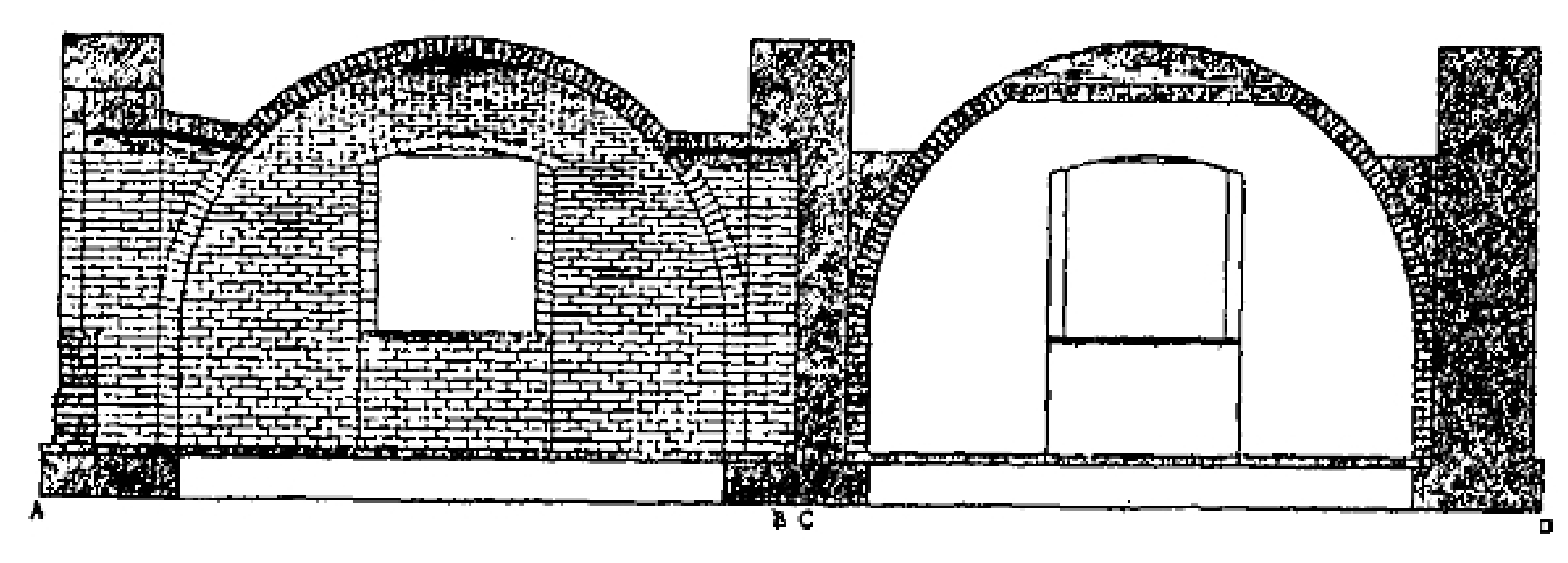
т. д., проводимъ нормальныя къ кривой $b'' g'' a''$; это будутъ слѣды сопрягающихъ плоскостей, перпендикулярныхъ къ плоскости B. Сопрягающія плоскости пересѣкутъ цилиндръ въ производящихъ.

Начертаніе наружной поверхности свода и расположеніе стыковъ клиньевъ видны на чертежѣ.

Чер. 1018 (текстъ) представляетъ видъ сомкнутаго свода, построеннаго на многоугольномъ основаніи. Руководствуясь предыдущимъ примѣромъ легко построить проекцію и этого свода. Замѣтимъ только, что если основаніе его правильный многоугольникъ, то центръ свода будетъ соотвѣтствовать вершинѣ свода, въ которой всѣ діагональныя дуги пересѣкутся. Но въ томъ случаѣ, если основаніе — неправильный многоугольникъ, надобно выбрать для вершины такую точку, чтобы діагонали, проведенныя отъ нея въ углы основанія имѣли сколь возможно одинаковую длину.

Сомкнутые своды мало употребляютъ въ гражданскихъ постройкахъ по слѣдующимъ причинамъ:

1) Они опираются на всѣ стѣны одинаково и, слѣдова-



Чер. 1021.

тельно, всѣ стѣны должны имѣть одинаковую толщину; это при большихъ отверстіяхъ можетъ представлять неудобства. Кромѣ того, ни въ одной изъ стѣнъ нельзя дѣлать отверстій произвольной величины, подобно тому, какъ дѣлаютъ въ щековыхъ стѣнахъ коробчатыхъ сводовъ.

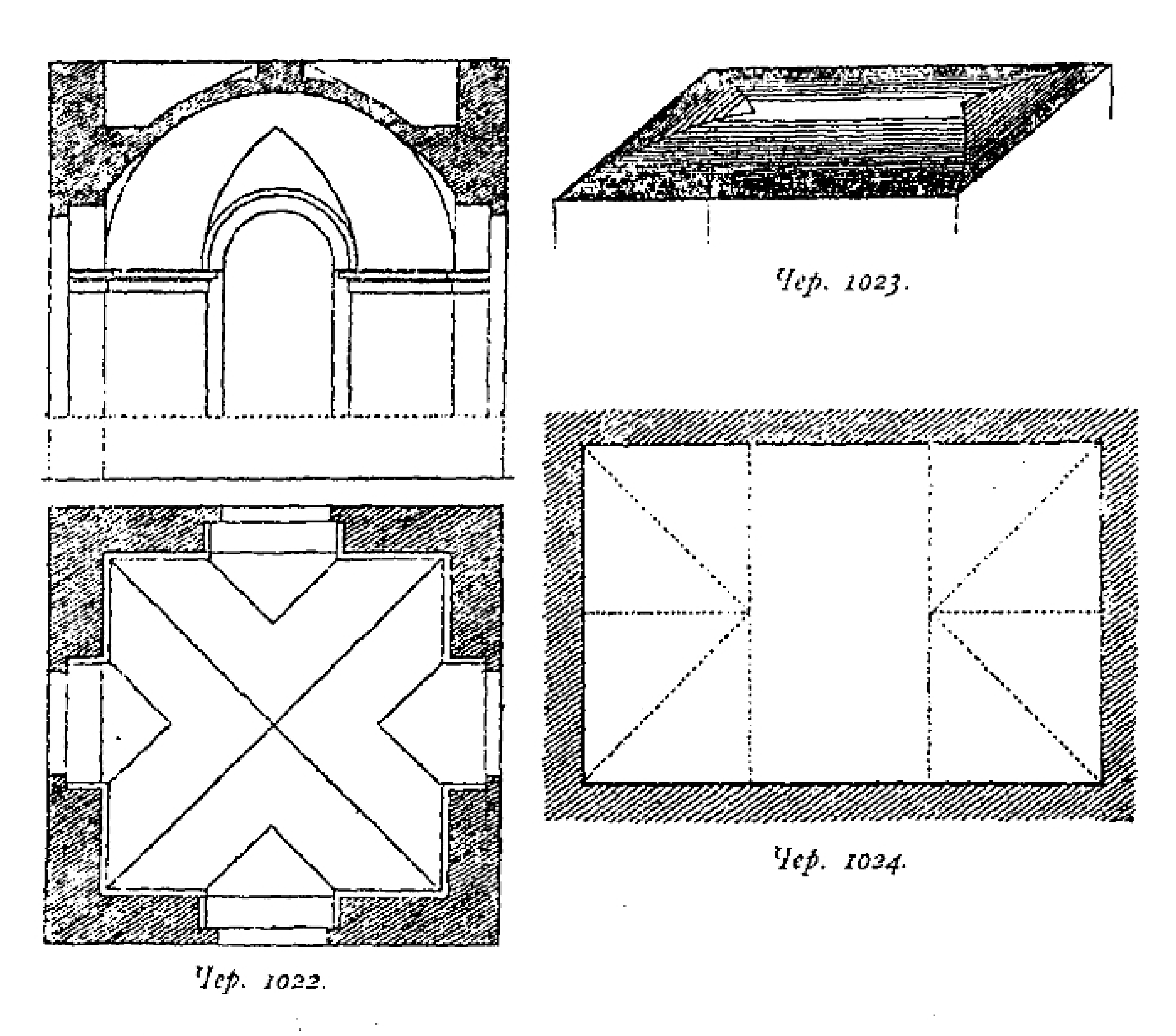
2) Если оставлять оконныя отверстія въ самыхъ стѣнахъ, то сводъ, особенно при значительной его высотѣ, худо освѣщается; а поднимая оконныя отверстія выше началъ свода, необходимо устраивать распалубки и вслѣдствіе этого построеніе свода сдѣлается сложнымъ, чер. 1019 и 1021 (текстъ).

3) Въ невысокихъ жилыхъ комнатахъ и подвалахъ сомкнутый сводъ неудобенъ. Такъ какъ въ этихъ случаяхъ приходится помѣщать начало свода на небольшомъ разстояніи отъ пола, то наклонныя части свода не позволяютъ, ни

подходить близко къ стѣнамъ, ни ставить у стѣнъ высокихъ вещей (мебели, шкафовъ, бочекъ и т. п.).

4) Для прочности сомкнутаго свода необходимо, чтобы длина покрываемаго пространства не была больше удвоенной ширины; отсюда слѣдуетъ, что имъ нельзя покрывать длинныхъ комнатъ.

Но, съ другой стороны, сомкнутый сводъ представляетъ



Чер. 1023.

Чер. 1024.

Чер. 1022.

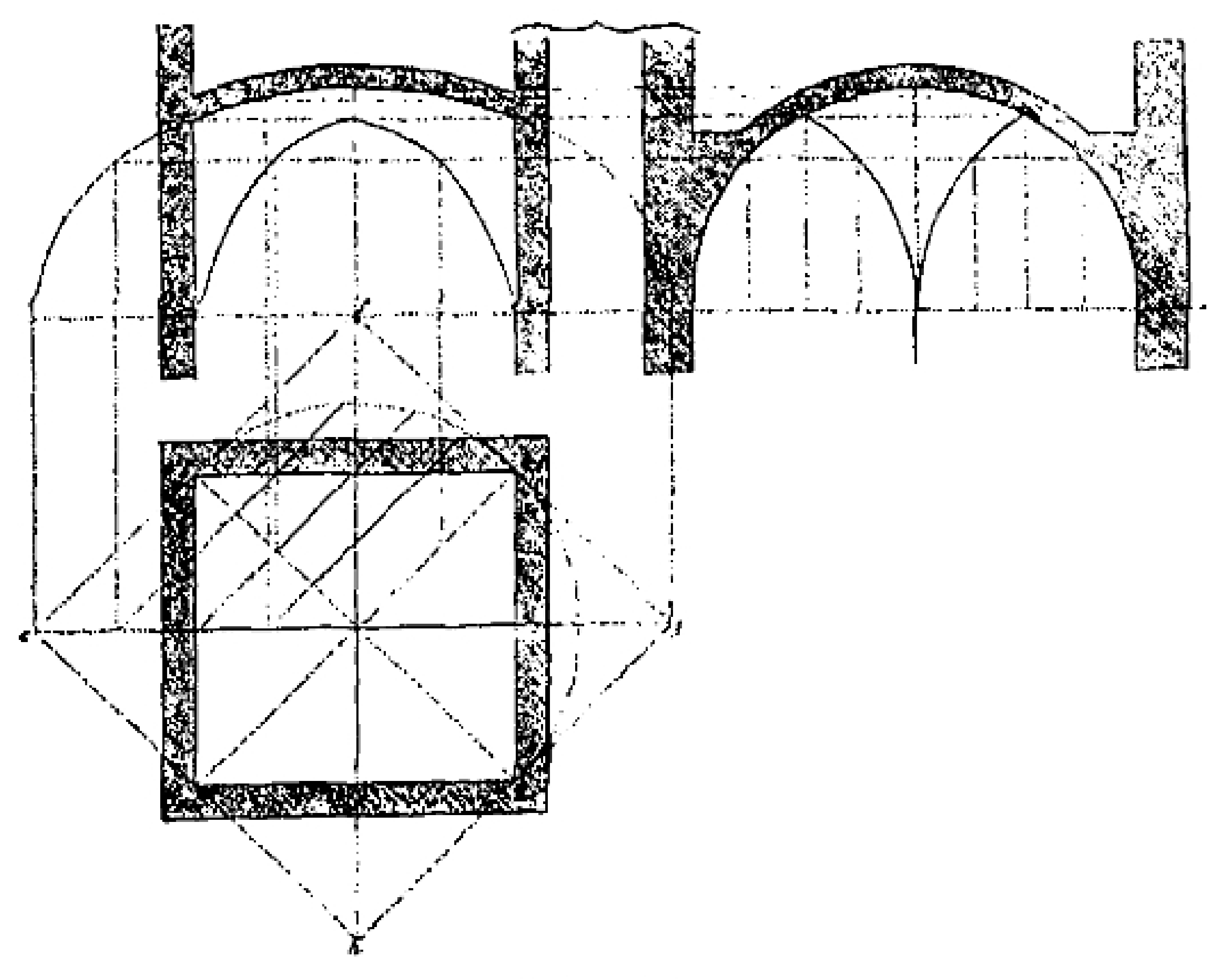
удобное покрытіе для центральныхъ залъ, которыя могутъ быть освѣщены только сверху, т. е. посредствомъ отверстія, оставляемаго въ верхней части свода.

Чер. 1019—1021 (текстъ) показываетъ примѣръ комнаты, покрытой кирпичнымъ сомкнутымъ сводомъ. Распалубки въ чистыхъ комнатахъ располагаются симметрически; ихъ дѣлаютъ обыкновенно и у такихъ стѣнъ, въ которыхъ нѣтъ отверстій,

единственно для симметріи. Иногда въ этихъ сводахъ дѣлаются гурты по направленію діагоналей.

Чер. 1022 (текстъ) представляетъ видъ плоскаго сомкнутаго свода съ четырьмя симметрическими распалубками и подпружинами, расположенными посрединѣ длины и ширины свода.

b) Для покрытія длинныхъ комнатъ употребляется иногда, такъ называемый, *лотковый сводъ*, чер. 1023—1024 (текстъ).



Чер. 1025.

Онъ состоитъ изъ коробчатаго свода, къ щекамъ котораго приставлено по половинѣ сомкнутаго свода.

c) Для устраненія неудобствъ, представляемыхъ сомкнутымъ сводомъ, можно употребить *парусно-сомкнутый сводъ*, котораго видъ представленъ на чер. 1025 (текстъ).

Положимъ, что пространство, данное для покрытія, имѣетъ форму квадрата *abcd*. Около даннаго квадрата опишемъ другой квадратъ *efgh* такъ, чтобы стороны второго квадрата были перпендикулярны къ діагоналямъ даннаго. Вообразимъ на квадратѣ *efgh* сомкнутый сводъ. Сводъ этотъ, усѣченный

четырьмя плоскостями *ab*, *bc*, *cd* и *ad* представитъ намъ форму свода, называемаго *парусно-сомкнутымъ*. Форма его подобна формѣ парусныхъ сводовъ, описаніе которыхъ помѣщено ниже, а сущность устройства такова-же, какъ и въ сомкнутомъ сводѣ.

d) Толщина сомкнутаго свода назначается одинаково съ коробчатымъ сводомъ того же измѣренія.

Очевидно, что сомкнутый сводъ будетъ имѣть совершенно надежную опору на стѣнахъ, которыя имѣютъ толщину, соотвѣтствующую коробчатымъ сводамъ одинаковаго съ нимъ отверстія. Рондлé назначаетъ имъ только ³/₄ этой толщины, предполагая, что планъ свода есть квадратъ или правильный многоугольникъ.

Большинство строителей придаютъ толщинѣ устоя сомкнутаго свода ²/₃ толщины, соотвѣтствующей цилиндрическому своду того же пролета и подъема, если покрываемое пространство квадратъ; и въ ³/₄ послѣдней толщины, если одна изъ сторонъ покрываемаго пространства въ 2 раза болѣе другой: это отношеніе сторонъ принимается предѣльнымъ.

Наиболѣе нагруженныя точки опоръ сомкнутаго свода находятся на срединѣ опорныхъ стѣнъ, потому что, съ одной стороны, давленіе свода, приближаясь къ угламъ, уменьшается, а съ другой — устойчивость части стѣны, прилежащей къ угламъ, болѣе устойчивости промежуточныхъ ея частей. Изъ этого слѣдуетъ, что каждое значительное отверстіе, дѣлаемое въ срединѣ опорныхъ стѣнъ, должно неизбѣжно уменьшить прочность свода.

По „Hütte" предлагаются слѣдующія данныя для сомкнутыхъ сводовъ если:

L — внутренняя поверхность свода

V — Объемъ пространства, ограниченнаго сводомъ

d — діаметръ круга, вписаннаго въ правильный *n*—угольникъ, *a*—сторона *n* — угольника, то:

$$L = {}^1/_2\, nda = {}^1/_2\, nd^2 tg\, \frac{180^\circ}{n}$$

$$V = {}^1/_{12}\, nd^2 a = {}^1/_{12}\, d^3 ntg\, \frac{180^\circ}{n}$$

Для каждой квадратной сажени въ планѣ сомкнутаго свода, толщиною въ ½ кирпича, вмѣстѣ съ забуткою, но безъ грунтовыхъ арокъ, потребно 1600 шт. кирпича и 54 куб. фута раствора.

При сводахъ изъ горшковъ, одна квадр. саж. поверхности свода, въ самыхъ узкихъ мѣстахъ, со швами въ ½ дюйма, требуетъ:

1) 2700	горшковъ	(діам.	4"	и вышин.	4")	съ 22	четвер.	гипса
2) 2250	„	(„	$4^3/_8$" „	„	5")	„ 25	„	„
3) 2000	„	(„	$4^3/_4$" „	„	6")	„ 30	„	„
4) 1800	„	(„	5" „	„	7")	„ 35	„	„
5) 1500	„	(„	$5^1/_2$" „	„	10")	„ 46	„	„

Къ гипсу прибавляется песокъ въ количествѣ $^1/_8$ до $^1/_4$ объема гипса.

Вѣсъ квадратной сажени горшечнаго свода составляетъ:

въ № 1-мъ — 160 пудовъ.
„ № 2-мъ — 185 „
„ № 3-мъ — 220 „
„ № 4-мъ — 250 „
„ № 5-мъ — 335 „

Гуртовыя арки вычисляются какъ обыкновенные своды.

При устройствѣ кружалъ для сомкнутаго свода, ставятъ сначала діагональныя ребра *bb*, чер. 1026 (текстъ), одно изъ нихъ будетъ цѣлое, а другое—составное изъ двухъ половинокъ. Потомъ ставятъ ребра *aa*, перпендикулярныя къ плоскостямъ стѣнъ; концы всѣхъ этихъ реберъ, сходящіеся въ одну точку, подпираются стойкою. Если промежутки между ребрами слишкомъ велики, то ставятъ *полуребра cc*, которыхъ верхній конецъ упирается на діагональное ребро. Палубу, покрывающую ребра, настилаютъ параллельно стѣнамъ.

При всѣхъ сводахъ, въ которыхъ кружальныя ребра не могутъ быть расположены въ параллельныхъ плоскостяхъ, употребляютъ слѣдующій способъ поддержанія реберъ и всѣхъ разстрѣлинъ. Въ плоскости началъ дѣлается изъ толстыхъ досокъ полъ, лежащій на продольныхъ прогонахъ, которые поддержаны кладями. На этомъ полу опираются: концы кружальныхъ реберъ, средняя стойка и всѣ разстрѣлины, вводимыя во время постройки.

Кладка кирпичей для сомкнутаго свода представлена на чер. 1019, 1027, 1028 (текстъ).

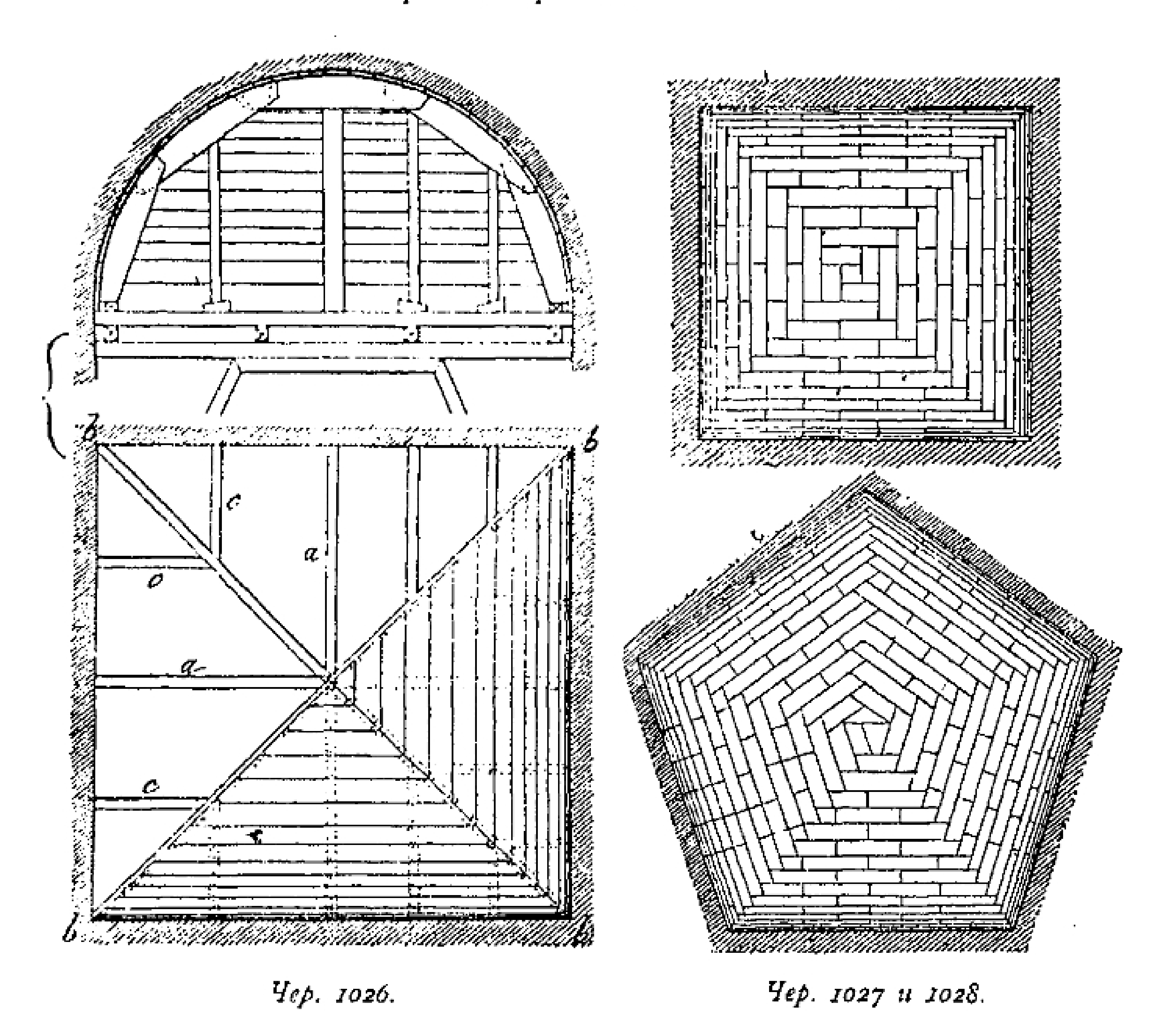
Для лотковаго свода кружальныя ребра располагаются, какъ показано на чер. 1024 (текстъ).

На чер. 1029 и 1030 (текстъ) представленъ видъ сомкнутаго свода на квадратномъ основаніи съ 4-мя распалубками.

На чер. 1031 и 1032 (текстъ) показанъ разрѣзъ по діагонали въ вершинѣ свода.

§ 82. Крестовые своды. а) Крестовый сводъ называется также *перекрестнымъ* или *стрѣльчатымъ*.

Внутренняя поверхность его состоитъ изъ отрѣзковъ пересѣкающихся цилиндровъ, чер. 1033 (текстъ). Сомкнутый сводъ,

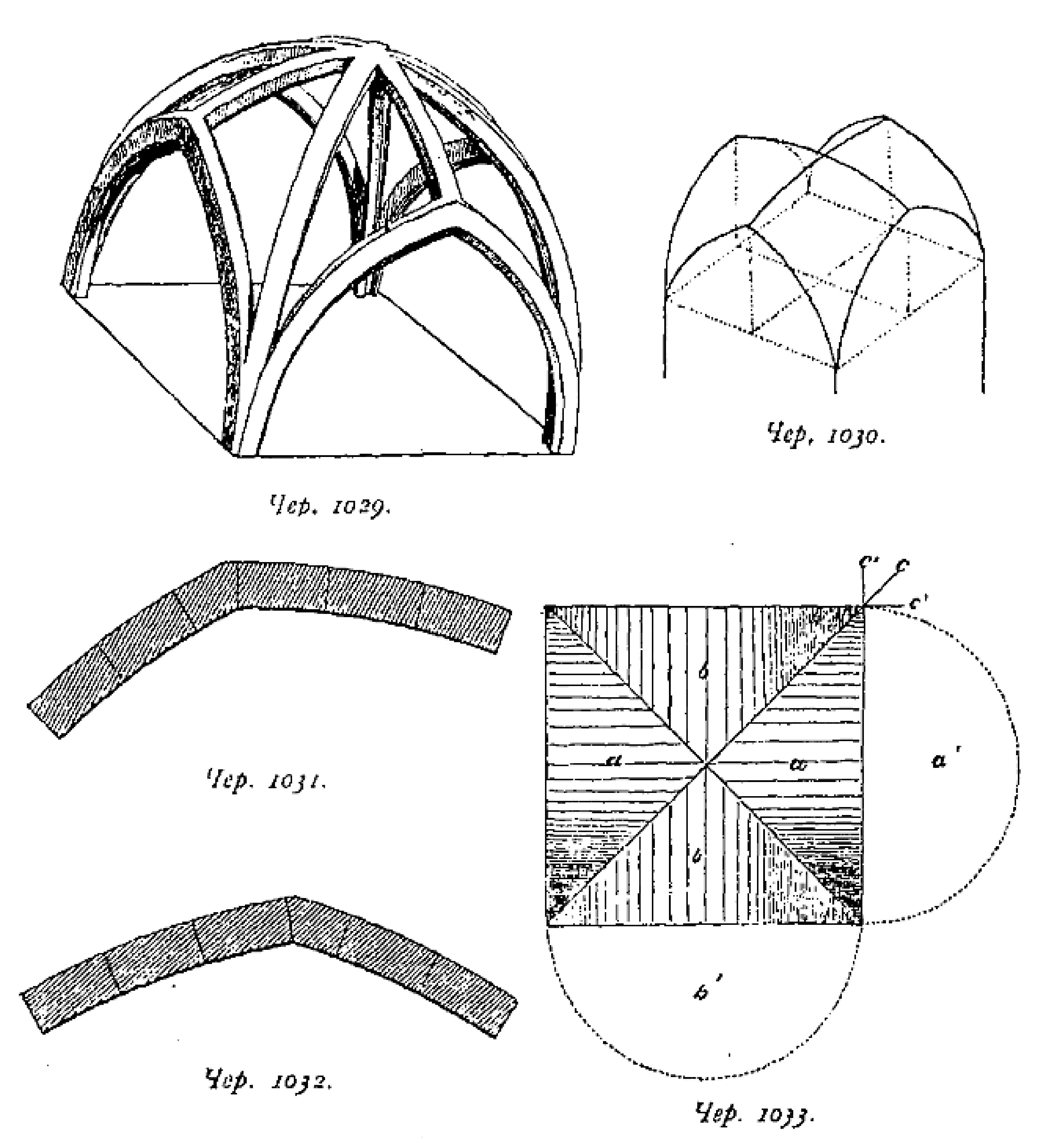


Чер. 1026. *Чер. 1027 и 1028.*

какъ уже пояснено выше, тоже происходитъ отъ пересѣченія такихъ-же цилиндровъ и разность между этими поверхностями та, что для составленія сомкнутаго свода берутъ нижніе отрѣзки цилиндровъ, т. е. такіе, которые опираются на стѣны по цѣлой прямолинейной своей сторонѣ, чер. 1016 (текстъ). Для образованія крестоваго свода берутъ, напротивъ

верхніе треугольные отрѣзки цилиндровъ, т. е. такіе, которые опираются на стѣны только двумя точками, чер. 1034 (текстъ).

Образованіе діагональныхъ реберъ въ этихъ сводахъ можетъ быть также разсматриваемо, какъ признакъ ихъ отличающій. Пересѣкая діагональ сомкнутаго свода плоскостью,



Чер. 1029.

Чер. 1030.

Чер. 1031.

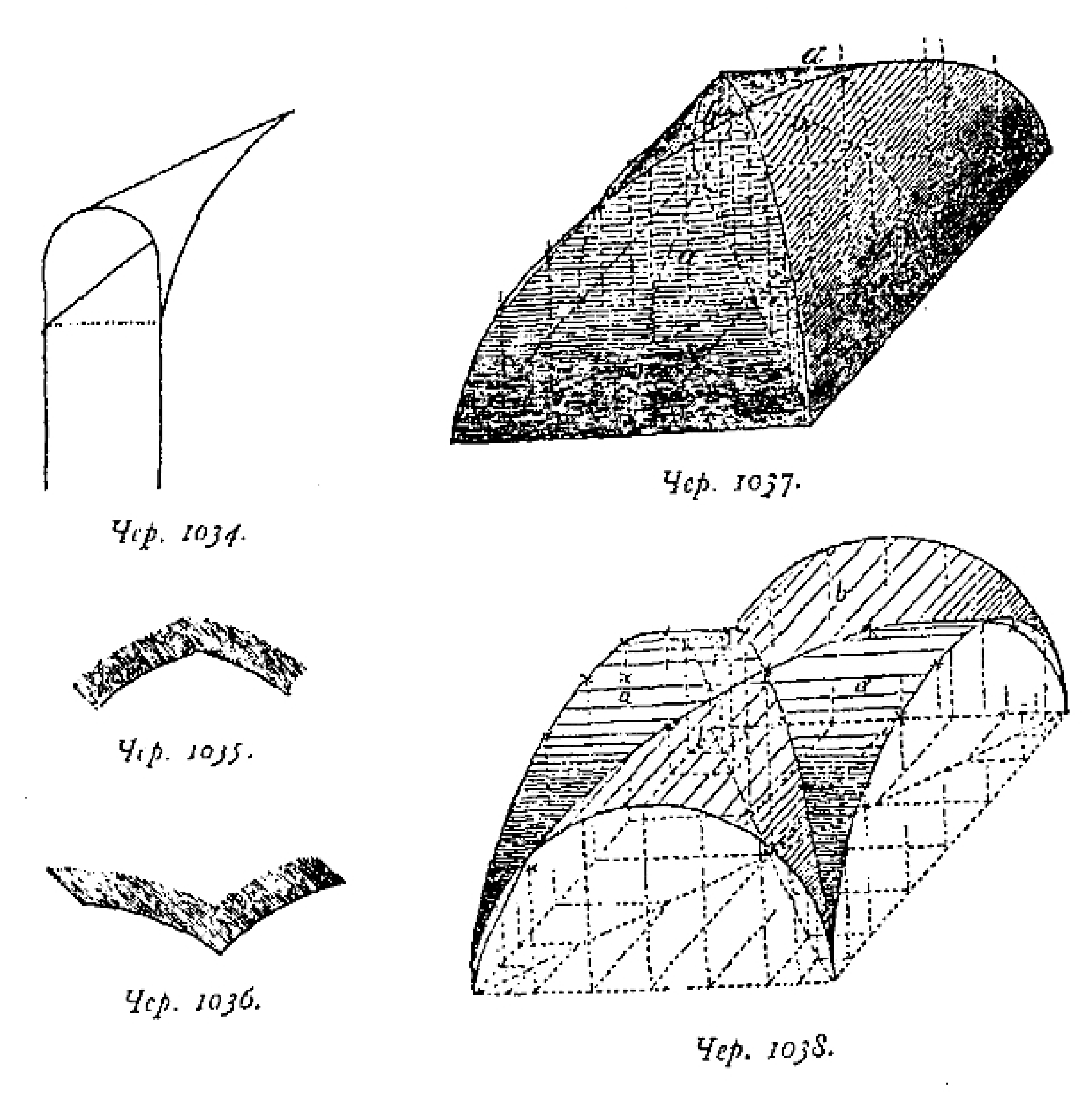
Чер. 1032.

Чер. 1033.

перпендикулярною къ ней, получимъ на внутренней поверхности свода входящій уголъ, чер. 1035 (текстъ), а сдѣлавъ то-же самое съ крестовымъ сводомъ, получимъ уголъ выходящій, чер. 1036 (текстъ).

На этомъ основанiи своды сомкнутые называютъ также сводами съ *впалыми ребрами*, а крестовые — сводами съ *выпуклыми ребрами*, чер. 1037 и 1038 (текстъ).

Чер. 1039 (текстъ) представляетъ видъ простого крестоваго свода въ проекцiяхъ и его разрѣзку. Задавъ настоящую величину дуги для дiагонали свода, которая въ совмѣщенiи



Чер. 1034.

Чер. 1035.

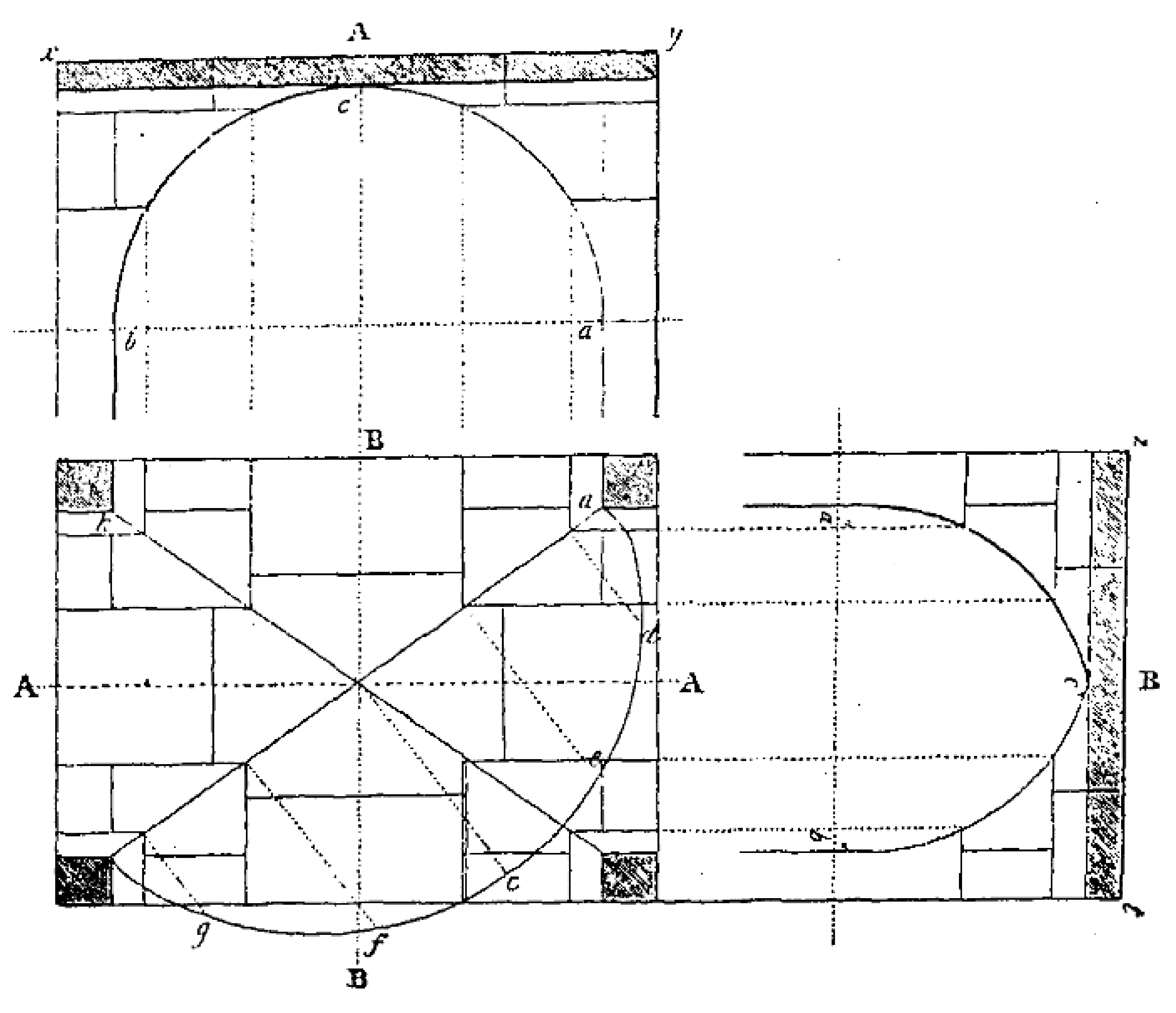
Чер. 1036.

Чер. 1037.

Чер. 1038.

означена на планѣ линiею *adecfgb*, принимаемъ ее за направляющую цилиндра, у котораго производящiя перпендикуляры къ плоскости *A* и начертимъ по способу ординатъ, основанiе этого цилиндра на плоскости *A*, т. е. кривую $b'c'a'$. Примемъ ту-же дiагональ за направляющую другого цилиндра, у котораго производящiя перпендикулярны къ плоскости *B*, и начертимъ на этой плоскости основанiе цилиндра, т. е. $a''c''b''$. Два цилиндра пересѣкутся въ двухъ симметрическихъ кривыхъ

одна изъ нихъ будетъ принятая нами діагональ; вторая такая-же діагональ, проектирующаяся на планѣ по линіи *kl*. Раздѣлимъ діагональ *acb* на нечетное число равныхъ частей, напримѣръ въ точкахъ *d,e,f,g*, и чрезъ эти точки проведемъ производящія обоихъ цилиндровъ: это построеніе дастъ намъ внутреннія ребра свода. Проводя нормальныя плоскости къ

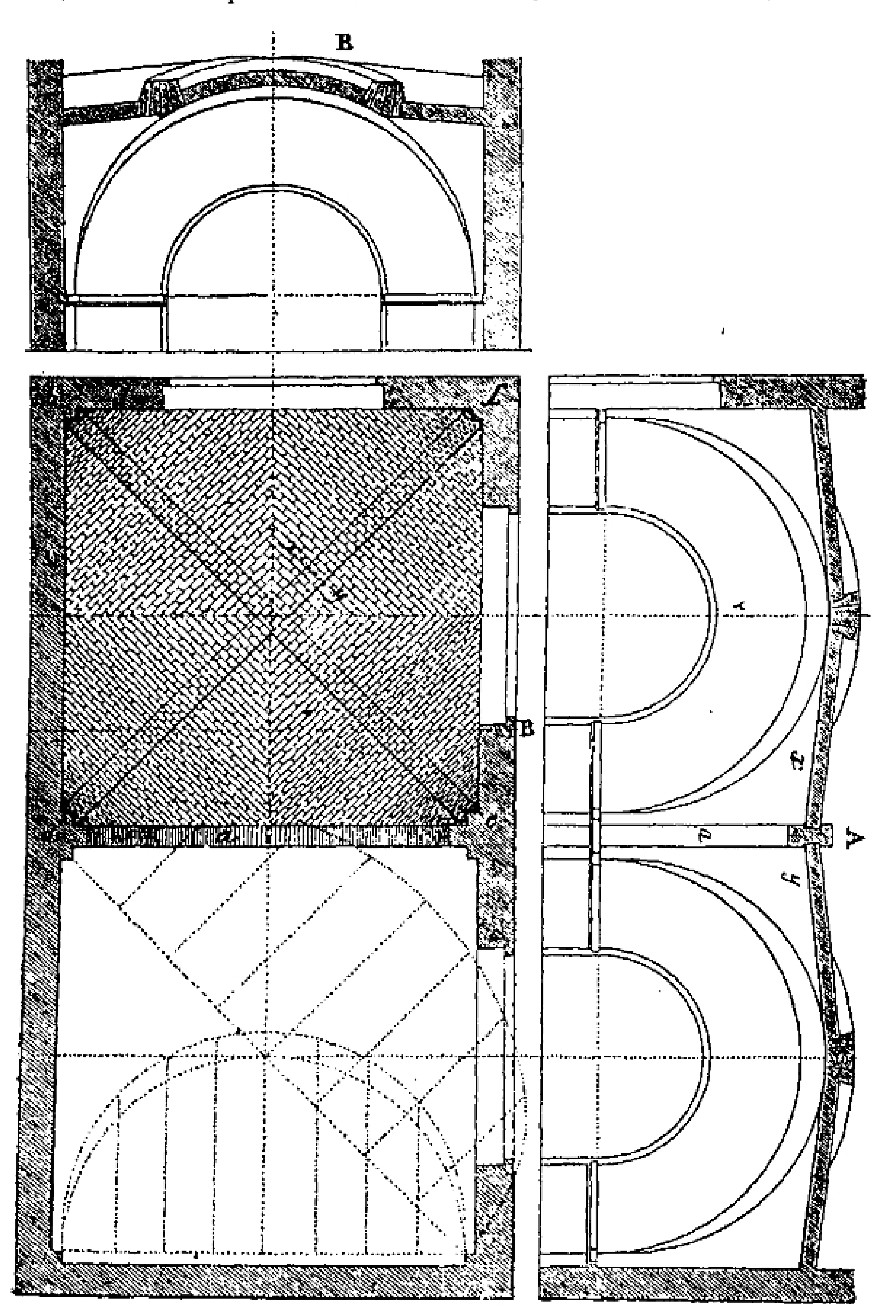


Чер. 1039.

цилиндрамъ, получимъ сопрягающія плоскости. Наружная поверхность свода, въ разрѣзахъ плоскостями *A* и *B*, означится горизонтальными линіями *xq* и *st*. Расположеніе стыковъ клиньевъ видно на чертежѣ.

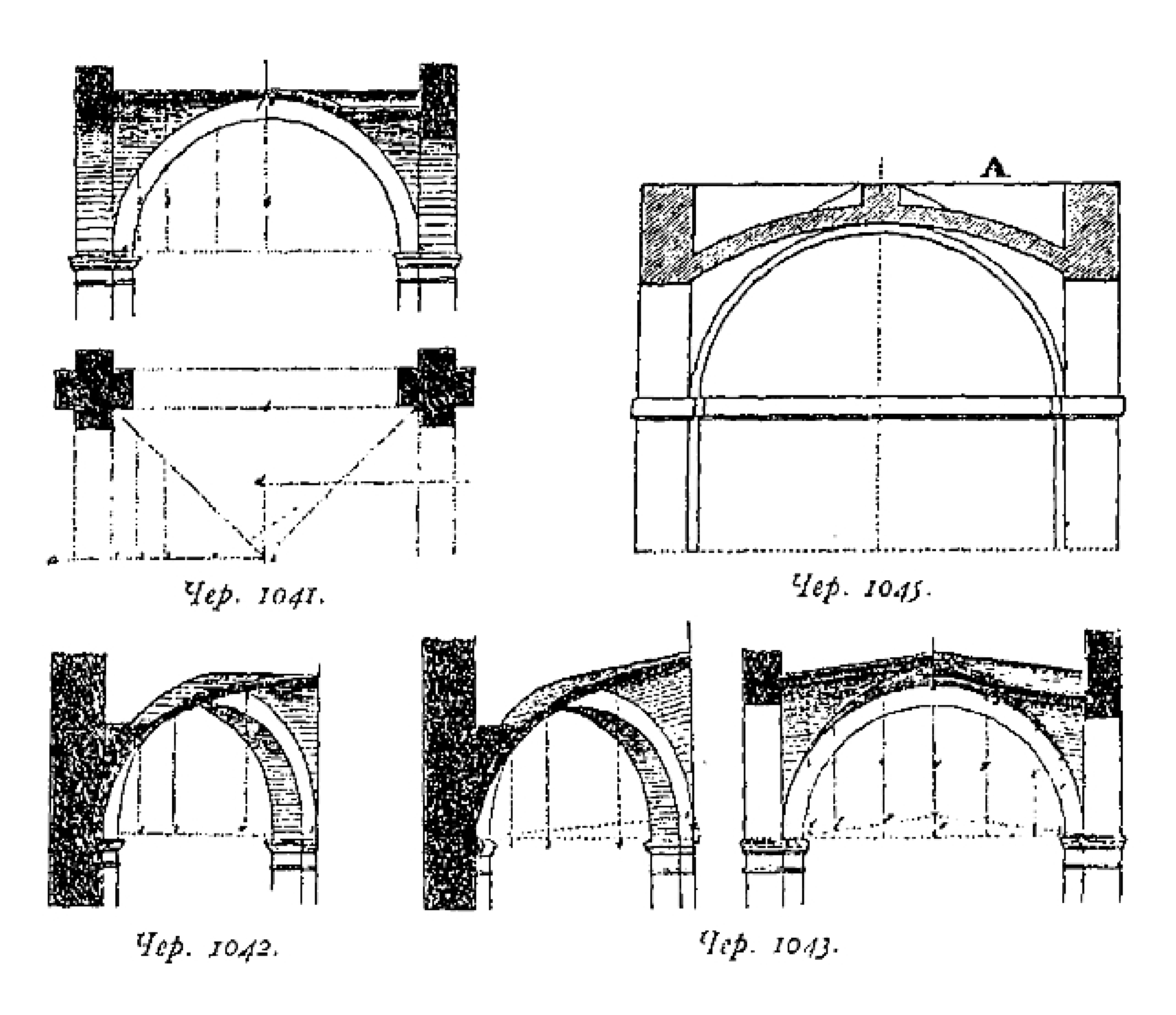
Крестовый сводъ передаетъ все свое вертикальное давленіе и горизонтальный распоръ на вершины угловъ многоугольника, изображающаго планъ покрываемаго пространства

(такъ напримѣръ, въ только что разсмотрѣнномъ нами случаѣ, — на четыре отдѣльные столба). Свойство это, достав-



Чер. 1040.

ляющее въ приложеніи значительныя выгоды, имѣетъ однакожъ нѣкоторыя неудобства. Одно изъ этихъ неудобствъ состоитъ въ томъ, что въ гражданскихъ постройкахъ чаще всего приходится покрывать сводами пространства, огражденныя со всѣхъ сторонъ стѣнами, а крестовый сводъ сосредоточиваетъ все свое давленіе только на углахъ стѣнъ. Стало



Чер. 1041.

Чер. 1045.

Чер. 1042.

Чер. 1043.

быть стѣны эти подвержены неравномѣрному усилію: углы ихъ сильно обременены, а средины совершенно свободны.

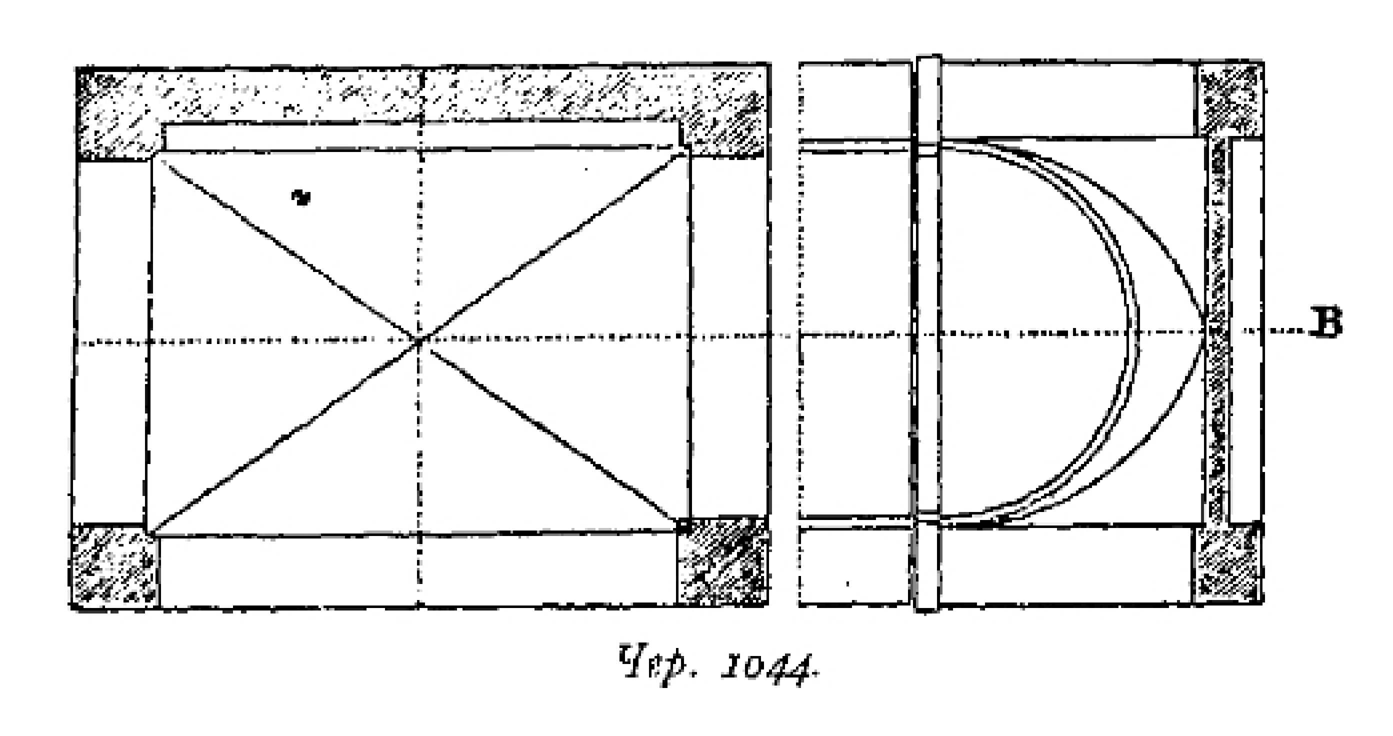
b) Итакъ, для болѣе равномѣрнаго распредѣленія груза свода, на ограждающія его стѣны и также, чтобы устранить пониженіе средины свода, при осадкѣ его, дѣлаютъ средину свода выше щекъ его. Для большей ясности замѣтимъ, что крестовый сводъ можетъ быть разсматриваемъ, какъ составленный изъ нѣсколькихъ распалубокъ, у которыхъ верхняя шелыга горизонтальна.

Но вмѣсто такихъ распалубокъ, чер. 1039 (текстъ), можно

употребить распалубки съ поднятыми шелыгами или также съ поднятыми и изогнутыми шелыгами, чер. 1040—1043 (текстъ).

Составленные такимъ образомъ крестовые своды называются: *Крестовые своды, вспарушенные* или *съ возвышенными діагоналями*. Возвышеніе діагоналей при устройствѣ свода изъ тесоваго камня представило-бы большія затрудненія въ разрѣзкѣ, а поэтому изъ тесоваго камня строятъ всегда простые крестовые своды; что касается до кирпичныхъ, то они почти всегда *вспаруиваются*.

Чер. 1040 (текстъ) представляетъ въ проекціяхъ кирпичный сводъ съ поднятыми діагоналями. Данное для покрытія



Чер. 1044.

пространство имѣетъ въ планѣ продолговатую форму. Крестовый сводъ точно также, какъ и сомкнутый, неудобно устраивается изъ частей (въ этомъ случаѣ — распалубокъ), имѣющихъ значительную разность въ кривизнѣ, такъ что, чѣмъ ближе данное для покрытія постранство подходитъ къ квадрату или правильному многоугольнику, тѣмъ удобнѣе оно покрывается крестовымъ или сомкнутымъ сводомъ. Въ случаѣ необходимости покрытія продолговатаго пространства сомкнутымъ сводомъ, слѣдовало-бы замѣнить его тою формою, которая показана выше, подъ названіемъ лотковаго свода. Но если нужно покрыть такое пространство крестовымъ сводомъ, то употребляютъ не одинъ, а нѣсколько крестовыхъ сводовъ, ставя ихъ одинъ возлѣ другого. Всѣ эти своды образуютъ одно цѣлое; потому что щеки крестовыхъ сводовъ открыты.

Въ разсматриваемомъ примѣрѣ планъ раздѣленъ на два квадрата и каждый изъ нихъ покрытъ отдѣльнымъ сводомъ. Двѣ распалубки, находящіяся по срединѣ, будучи наклонны, требуютъ въ нижней своей части подпоры; для этой цѣли подведена подпружная арка. Такъ какъ главное сопротивленіе крестоваго свода зависитъ отъ прочности діагоналей, то, по направленію ихъ, сдѣланы утолщенія или гурты. На плоскости *A* представленъ разрѣзъ свода вертикальною плоскостью, проходящею по срединѣ его; на плоскости *B*—разрѣзъ по направленію, означенному на планѣ линіею, проходящею черезъ точку *B*.

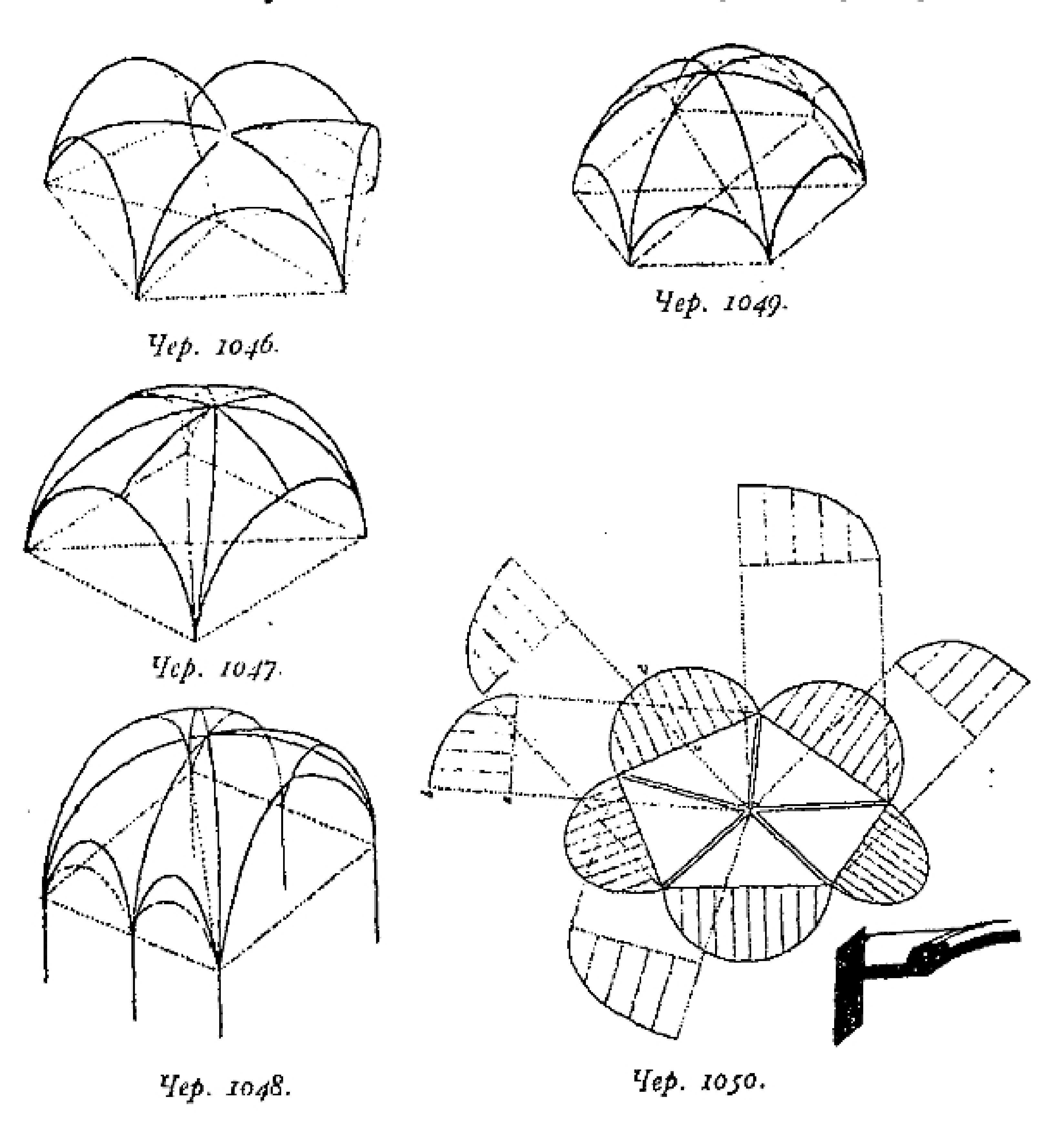
c) Если планъ пространства, даннаго для покрытія, представляетъ прямоугольникъ, у котораго стороны неравны, то можно употребить крестовый сводъ, составленный изъ двухъ горизонтальныхъ и двухъ поднятыхъ распалубокъ.

На чер. 1044 и 1045 (текстъ) подобный сводъ изображенъ въ планѣ и въ двухъ разрѣзахъ. Чертежъ этотъ показываетъ, что направляющія распалубокъ, какъ перваго, такъ и второго ряда, имѣютъ форму полуокружности и что діагональ свода, относительно кривой малаго отверстія, возвышена, а относительно кривой большого отверстія, находится на одной съ нею высотѣ. Такъ какъ сводъ представленъ съ трехъ сторонъ открытымъ, то необходимо поддержать наклонныя распалубки подпружными арками. Подъ горизонтальныя распалубки, покрывающія большія отверстія, подведены также подпружныя арки—для симметріи. Если бы мы, на подобномъ планѣ построили простой крестовый сводъ и приняли полукругъ за направляющую, для большого отверстія, то для малаго отверстія вышла-бы направляющая—полуэллипсъ, поставленный на малой его оси. Замѣтимъ, что для единства характера строенія надобно, по возможности, стараться покрывать всѣ отверстія одинаковыми кривыми, напримѣръ, постоянно *полукругами*, *подобными дугами круга* или *прямыми перемычками*. Представленный на чер. 1044 и 1045 (текстъ) сводъ удовлетворяетъ этому эстетическому правилу, потому-что дуги, покрывающія отверстія, хотя не равны, но имѣютъ одинаковую форму.

d) Начертаніе крестоваго свода надъ пространствомъ, огра-

ниченнымъ правильнымъ многоугольникомъ, можетъ быть очень легко исполнено по примѣру приведенныхъ выше чертежей. Распалубки, составляющія эти своды, могутъ быть горизонтальныя, чер. 1046, или поднятыя, чер. 1047—1049 (текстъ).

Въ томъ случаѣ, если данное для покрытія пространство



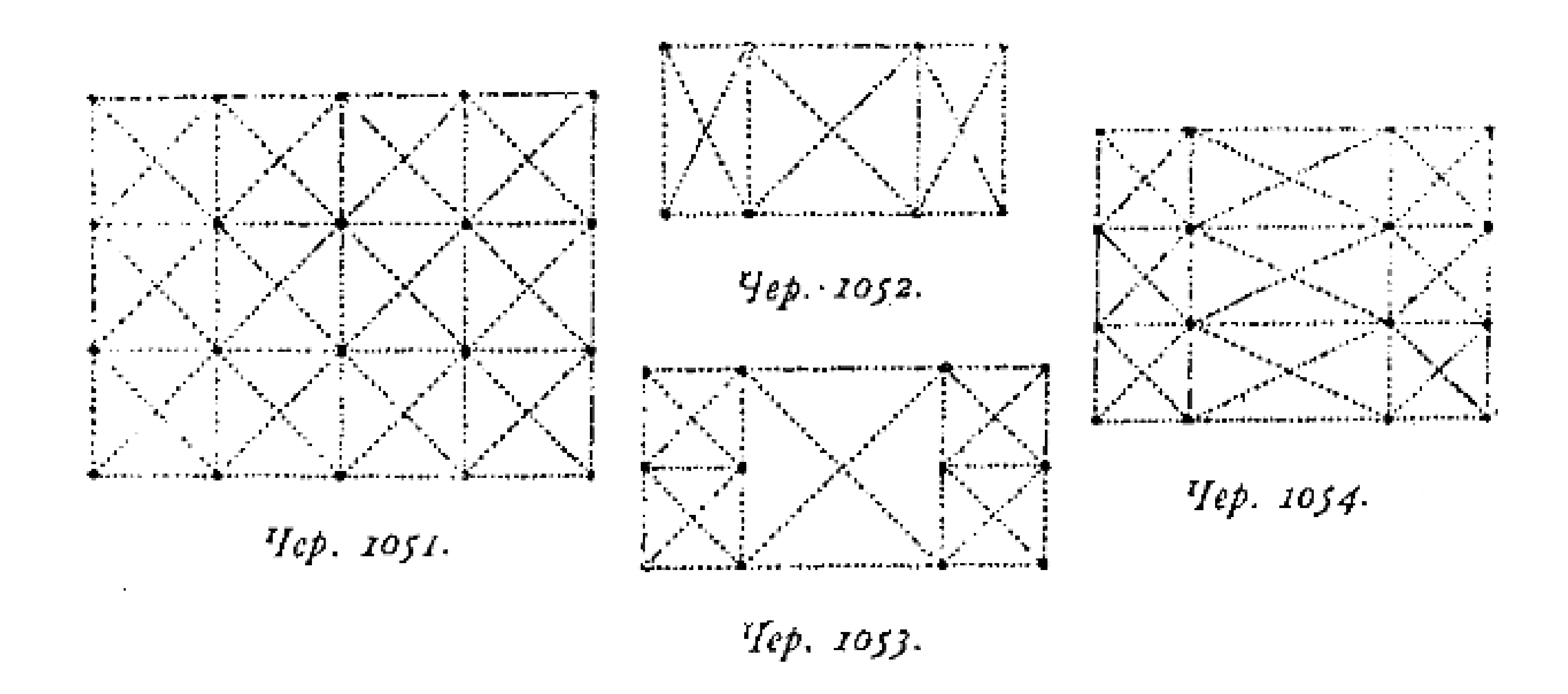
Чер. 1046. *Чер. 1049.* *Чер. 1047.* *Чер. 1048.* *Чер. 1050.*

представляетъ неправильную фигуру, поступаютъ слѣдующимъ образомъ, чер. 1050 (текстъ).

Всѣ діагонали должны сходиться въ точку, взятую по срединѣ фигуры такъ, чтобы разстоянія ея отъ всѣхъ вершинъ фигуры, разнились между собою возможно менѣе. Зададимъ себѣ потомъ подъемъ свода, напримѣръ лин. *ab*, и взявъ ее

за радіусъ, опишемъ четверть круга. Всѣ діагонали начертятся съ этой кривой (въ настоящей ихъ величинѣ и въ совмѣщеніи), по способу ордонатъ. Далѣе, возьмемъ линію *cd* (меньшую линіи *ab* на такую величину, на какую хотимъ возвысить діагонали надъ щеками свода) и описываемъ ею полуокружность. Всѣ направляющія распалубокъ начертятся въ настоящей величинѣ съ этой полуокружности, по способу ордонатъ. Когда всѣ эти кривыя построены, то устройство кружалъ не представитъ затрудненія и, по изготовленіи ихъ, кирпичный сводъ складывается очень просто.

e) Можно покрывать большія пространства крестовыми сводами, ставя ихъ одинъ возлѣ другого и поддерживая нижнія ихъ точки отдѣльными столбами. Подобное расположеніе употребляется при проектированіи церквей, залъ, вестибюлей, подваловъ, галлерей, окружающихъ зданіе, и проч., чер. 1051—1054 (текстъ). Форма столбовъ очень разнообразна. Вотъ простѣйшія между ними:



Чер. 1051. Чер. 1052. Чер. 1053. Чер. 1054.

Чер. 1055 (текстъ). Столбы квадратные, на которыхъ опираются непосредственно простые крестовые своды.

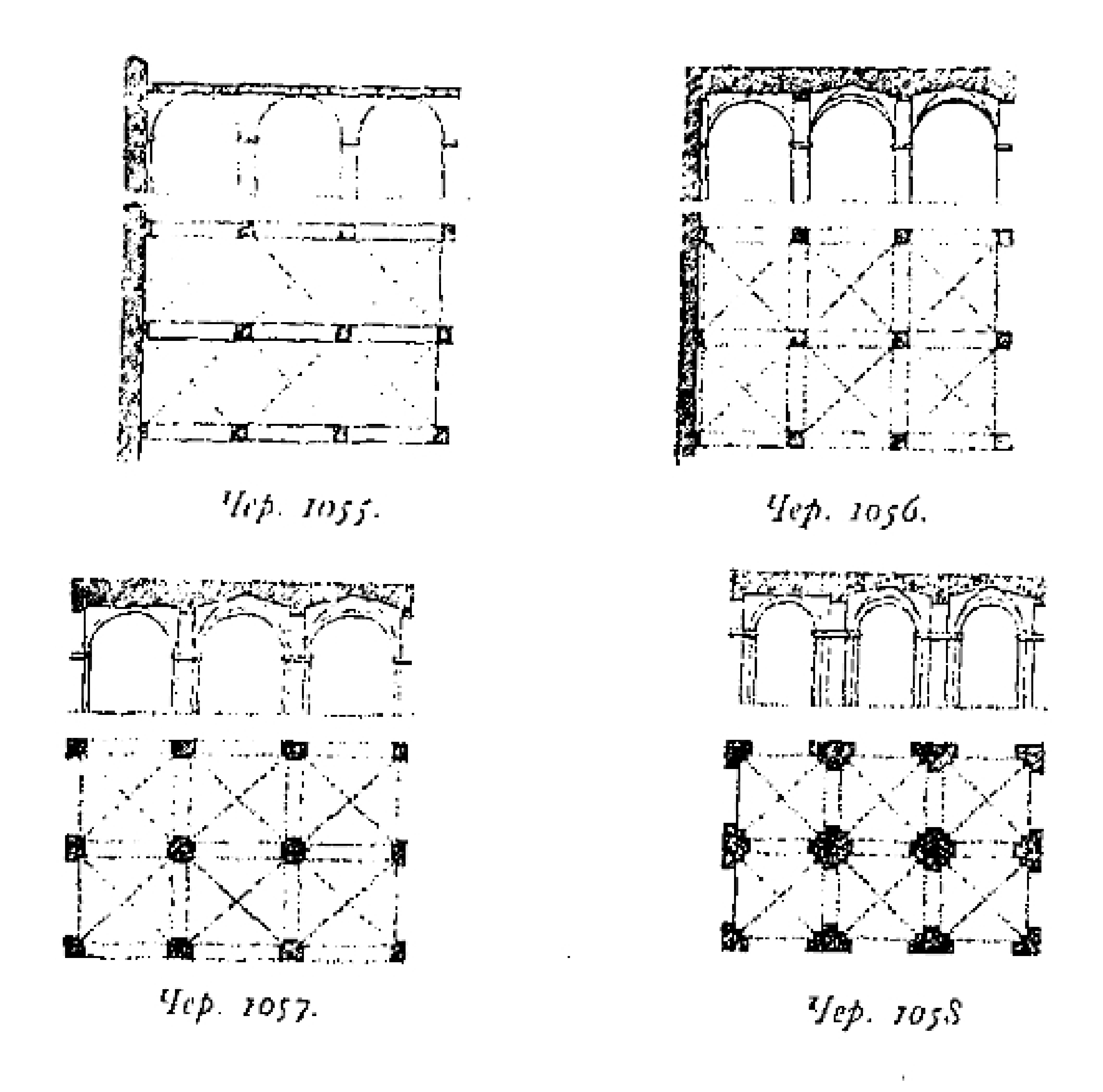
Чер. 1056 (текстъ). Столбы квадратные, на которыхъ опираются подпружныя арки, а на аркахъ лежатъ крестовые своды; въ этомъ случаѣ они могутъ быть вспарушенные.

Чер. 1057 (текстъ). Столбы квадратные, на которыхъ опираются подпружныя арки; для принятія пятъ арокъ прибав-

лены къ столбамъ выступы, такъ что столбы имѣютъ въ сѣченіи фигуру крестообразную.

Чер. 1058 (текстъ). Столбы квадратные и крестообразные, какъ въ предъидущемъ примѣрѣ, съ тою только разностью, что подпружныя арки уже столбовъ.

Иногда столбы дѣлаются круглые и принимаютъ форму колоннъ. Капитель занимаетъ мѣсто подплечиика. Подобное употребленіе тонкихъ подпоръ, въ видѣ колоннъ, возможно


Чер. 1055. Чер. 1056. Чер. 1057. Чер. 1058

въ томъ случаѣ, когда распоры всѣхъ сопредѣльныхъ сводовъ взаимно и совершенно уничтожаются.

Когда покрываемое пространство раздѣлено рядами столбовъ на галлереи неодинаковой ширины, чер. 1052—1054 (текстъ), напримѣръ, въ церквахъ, строенныхъ по образцу базиликъ, тогда не всѣ фигуры, заключенныя между столбами, могутъ быть квадратами. Въ подобномъ случаѣ, продолговатыя пространства покрываются полувспарушенными сводами, чер. 1044 и 1045 (текстъ).

Строители готическихъ церквей употребляли также особаго рода сводъ, показанный въ планѣ на чер. 1058 (текстъ), видъ его изображенъ на чер. 1048 (текстъ).

Крестовые своды въ гражданскихъ постройкахъ очень употребительны:

1) по причинѣ ихъ удобнаго освѣщенія, для котораго, во всѣхъ щековыхъ стѣнахъ ихъ, можно оставлять отверстія произвольныхъ размѣровъ;

2) по удобству ихъ примыкать одинъ къ другому, покрывая пространство значительныхъ измѣреній; и

3) по выгодѣ, представляемой ими при устройствѣ подваловъ и низкихъ комнатъ, потому-что, въ этомъ случаѣ, стѣны остаются совершенно свободны, а только одни углы заняты сводомъ.

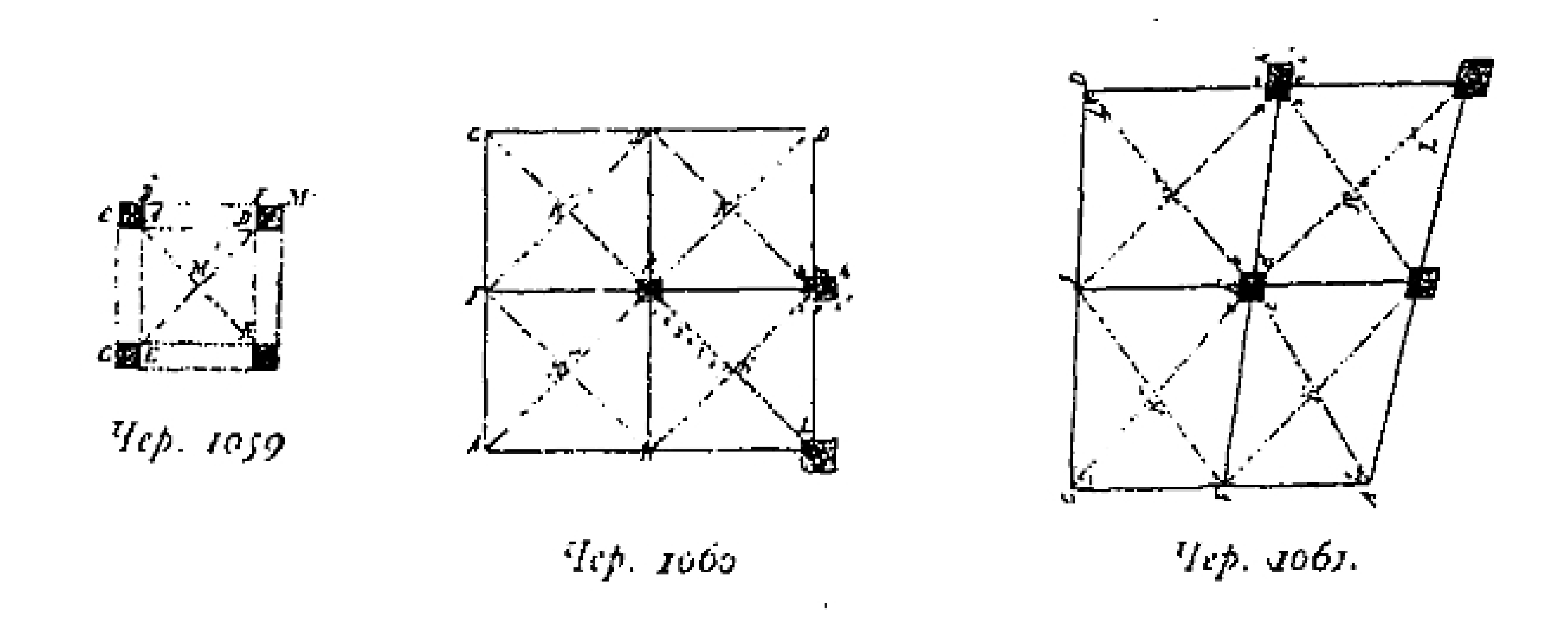
f) Толщину крестовымъ сводамъ съ полной увѣренностью можно назначать одинаковую съ толщиною коробчатыхъ сводовъ, тѣхъ же измѣреній. При готическихъ крестовыхъ сводахъ съ усиленными гуртами, всѣ распалубки (изъ кирпича) рѣдко гдѣ дѣлались толще $^1/_2$ кирпича. Такъ, напримѣръ, въ Ульмскомъ соборѣ, въ которомъ своды имѣютъ около $8^1/_2$ сажень отверстія, распалубки между ребрами (нервюрами), толщиною въ полкирпича. Въ Магдебургскомъ соборѣ распалубки крестоваго свода, покрывающаго средній пролетъ (нефъ), при отверстіи въ $5^1/_2$ сажень, сдѣланы изъ мелкаго неправильнаго известняка, въ 8 дюймовъ толщины. Гурты, идущіе по діагоналямъ крестовыхъ сводовъ, дѣлаются въ 1, $1^1/_2$ и 2 кирпича толщиною, смотря по ихъ отверстію и подъему; а распалубки, которыхъ отверстіе не превосходитъ $2^1/_2$ сажень, будутъ достаточно толсты, если ихъ сдѣлать въ полкирпича.

При опредѣленіи толщины опоръ крестовыхъ сводовъ, правильныхъ формъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что они передаютъ все свое давленіе на углы основанія.

По правилу Рондле, столбы для крестовыхъ сводовъ удовлетворяютъ всѣмъ условіямъ *устоевъ*, если діагональ ихъ вдвое больше ширины устоя коробчатаго свода, имѣющаго отверстіе, равное діагонали крестоваго свода. Пусть x означаетъ толщину опоръ коробчатаго свода, при отверстіи DE, чер. 1059 (текстъ): въ этомъ случаѣ, линія DM должна равняться $2x$. Эта толщина опоры достаточна не только для поддержанія собственно крестоваго свода AK, но и частей его AF и AG или подпружныхъ арокъ, устроенныхъ въ этихъ мѣстахъ. Когда нужно покрыть большое пространство нѣсколькими, одинъ возлѣ другого поставленными крестовыми сводами, тогда получимъ столбы трехъ различныхъ разрядовъ: 1) средніе столбы, которые, при равныхъ смежныхъ сводахъ, не будутъ претерпѣ-

вать никакого горизонтальнаго распора; 2) столбы боковые (не угловые), и 3) угловые столбы.

Рондле предлагаетъ слѣдующій эмпирическій способъ опредѣленія размѣровъ всѣхъ названныхъ столбовъ. На данномъ планѣ проведемъ оси столбовъ *AC*, *IH*, *DB*, *CD*, *FG* и *AB*, чер. 1060 (текстъ) и діагонали *CE*, *ED*, *EB* и *EA*. Отъ точки *K*, на діагонали *EB*, отложимъ половину высоты столба *E* (отъ пола до начала свода), въ точкѣ *L*; раздѣлимъ линію *EL* на 12 равныхъ частей и въ одномъ изъ этихъ дѣленій, какъ на полудіагонали, начертимъ планъ столба *E*. Въ точкѣ *G* начертимъ половину столба, обращенную во внутренность свода *mhin*., такъ какъ очерченъ столбъ *E* и потомъ отложимъ $mh' = 2mh$. Такимъ образомъ, будетъ означена длина столба *hh'*; ширина его равняется ширинѣ столба *E*. Для опредѣленія угловаго столба *B*, продолжимъ линіи *hi* и *h'i*, до встрѣчи ихъ съ такими же линіями, проведенными около столба *H*.



Чер. 1059

Чер. 1060

Чер. 1061.

Чер. 1061 (текстъ) изображаетъ подобное же построеніе при планѣ, имѣющемъ форму неправильнаго четыреугольника.

Часто случается покрывать крестовыми сводами значительныя пространства, причемъ своды выходятъ неодинаковой величины, напримѣръ, при устройствѣ церквей, у которыхъ средній пролетъ (нефъ) болѣе и выше боковыхъ предметовъ. Два слѣдующіе примѣра объясняютъ эмпирическія правила, предложенныя Рондле.

Примѣръ I. Чер. 1062 (текстъ). Положимъ, что внутреннимъ столбамъ хотятъ дать только такую толщину, чтобы они могли сопротивляться одному вертикальному давленію сводовъ. Въ то-же время, горизонтальный распоръ высокаго верхняго свода предполагается передать боковымъ устоямъ, посредствомъ упорныхъ арокъ. Проведемъ на планѣ діагонали сводовъ и, взявъ за радіусъ $^1/_{12}$ половинъ діагоналей большого свода, малаго свода и свободной части столба, то есть $^1/_{12}\left(AD + AE + \frac{xy}{2}\right)$, опишемъ кругъ.

Кругъ этотъ, или многоугольникъ, описанный около него, будутъ изображать планъ средняго устоя. Въ боковомъ устоѣ *B* ширина равна ширинѣ столба *A*, а длина — вдвое больше ширины. Для начертанія опорной дуги, отложимъ $ab = \frac{1}{4}bc$; точка *a* означитъ нижнюю пяту дуги, а верхняя пята *d* будетъ находиться на пересѣченіи линіи *ed* съ прямою *nm*, проведенною изъ вершины свода *n* въ слабую точку свода *m*. Направляющая упорной арки имѣетъ форму дуги круга, котораго центръ находится на продолженіи линіи *cb*, въ точкѣ *e*, т. е. на пересѣченіи перпендикуляра, возставленнаго на половинѣ хорды *ad*.

Примѣръ II. Чер. 1062 (текстъ). Положимъ, что внутренніе столбы должны имѣть размѣры, достаточные для противудѣйствія напору средняго высокаго свода, безъ пособія упорныхъ арокъ. Для этого, къ половинѣ діагонали *AD*, прибавимъ половину высоты свободной части устоя *xq* (отъ забутки *x* до пятъ *y*); возьмемъ $\frac{1}{12}$ этой суммы т. е.

$$\frac{1}{12}\left(AD + \frac{xy}{2} \right)$$

и отложимъ эту величину по направленію *Aa*, *Aa'* и *Ab*. Такимъ образомъ опредѣлится прямоугольникъ, къ которому по сторонамъ прибавимъ еще выступы для принятія подпружныхъ арокъ, отдѣляющихъ средній пролетъ отъ боковыхъ: это и будетъ планъ средняго столба. Для опредѣленія размѣровъ боковаго столба *P*, отложимъ (по предъидущему правилу) $pc = pc'$, равные $\frac{1}{12}$ суммы: полудіагонали *PC* съ половиною высоты столба *P*; точки *c* и *c'* означатъ ширину столба *P*; длина его $e'd = 2e'c$.

По „*Hütte*" предлагаются слѣдующія данныя для крестовыхъ сводовъ, если

L — внутренняя поверхность свода,

V — объемъ пространства, ограничиваемаго сводомъ,

n — число сторонъ свода

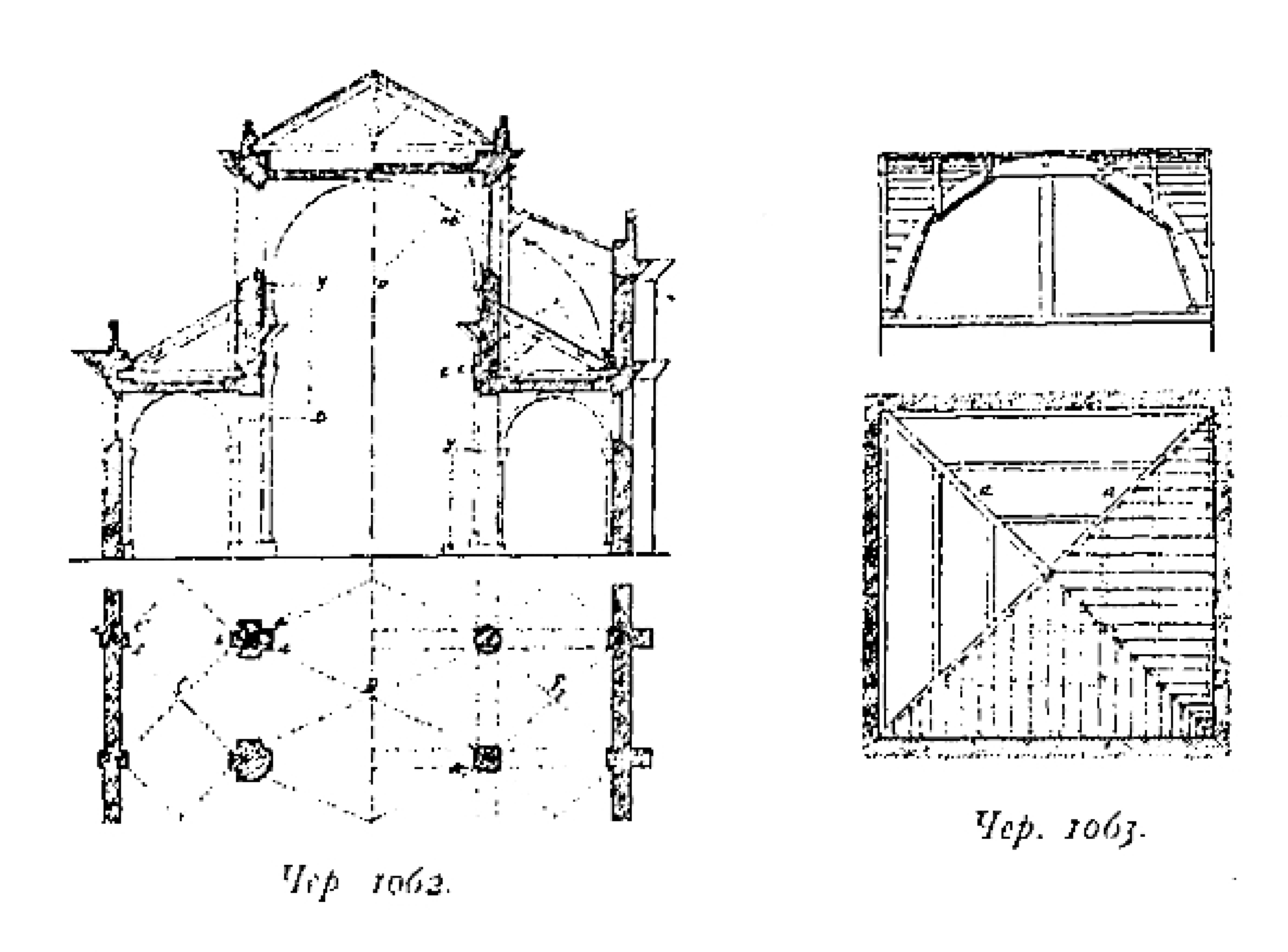
$$L = \frac{1}{4}\, n\, (\pi - 2)\, a^2 .\ Cotg\ \frac{180^\circ}{n}$$

$$V = \frac{1}{48}\, \pi\, (3\pi - 4)\ a^3\, Cotg\ \frac{180^\circ}{n}$$

Толщина опоръ на $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{5}$ больше, чѣмъ у сводовъ цилиндрическихъ, имѣющихъ пролетомъ сѣченіе круговаго свода діагональною плоскостью. Опоры требуются только въ углахъ. Толщина распалубокъ обыкновенно $\frac{1}{2}$ кирпича, а въ плоскости пересѣченія двухъ распалубокъ 1 до $1\frac{1}{2}$ кирпичей. Пролетъ до 5 метровъ.

На полуциркульный крестовый сводъ, при толщинѣ распалубокъ $\frac{1}{2}$ кирпича, а въ плоскости сѣченія распалубокъ $1\frac{1}{2}$ кирпича требуется для 1 квадр. саж. свода (въ планѣ) 382 кирпича и 0,027 куб. саж. раствора.

g) При устройствѣ кружалъ для крестоваго свода, надобно поставить сначала—діагональныя кружала *a*, чер. 1063 (текстъ), поддержанныя въ точкѣ взаимнаго пересѣченія стойкою; потомъ кружальныя ребра параллельно стѣнамъ и, если нужно, отрѣзки реберъ, опирая ихъ въ діагональныя ребра и располагая также параллельно стѣнамъ. Палуба состоитъ изъ досокъ, перпендикулярныхъ къ стѣнамъ. Ребра и разстрѣлины упираются на полъ, устроенный въ плоскости началъ свода. Если діагональныя ребра будутъ подняты нѣсколько выше, сравнительно съ ребрами, поставленными



Чер. 1062.

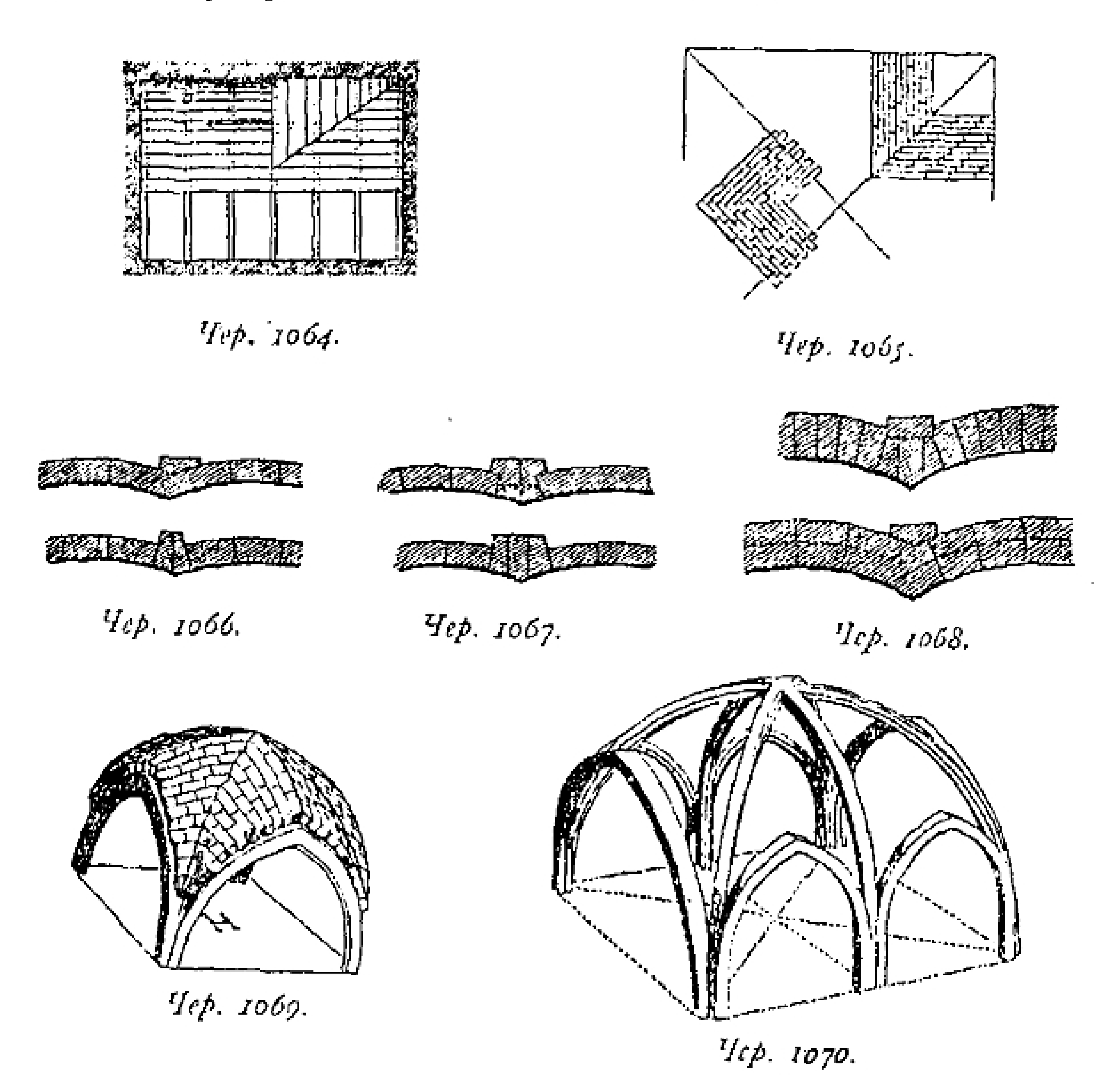
Чер. 1063.

у стѣнъ, то получатся кружала для *вспарушеннаго крестоваго свода*.

Иногда, для крестоваго свода, имѣющаго основаніемъ прямоугольникъ, устраиваютъ кружала по совершенно другой системѣ, а именно: строятъ кружала, какъ бы для коробчатаго свода и потомъ, на палубѣ этихъ кружалъ чертятъ діагонали посредствомъ діагонально натянутыхъ шнурковъ. Далѣе, сообразжаясь съ этими кривыми, ставятъ кружала для распалубокъ; сначала у стѣнъ—цѣльныя ребра, а потомъ отрѣзки. Поверхъ ихъ настилается палуба, чер. 1064 (текстъ).

Способъ этотъ можетъ быть употребленъ для правильнаго крестоваго свода и также для *полувспарушеннаго*; въ самомъ дѣлѣ, тѣ распалубки, для которыхъ кружала поставлены на первой палубѣ, могутъ имѣть шелыгу наклонную.

Выгоды этого способа состоятъ въ томъ, что нѣтъ надобности устраивать діагональныхъ реберъ и незачѣмъ на-



Чер. 1064. *Чер. 1065.* *Чер. 1066.* *Чер. 1067.* *Чер. 1068.* *Чер. 1069.* *Чер. 1070.*

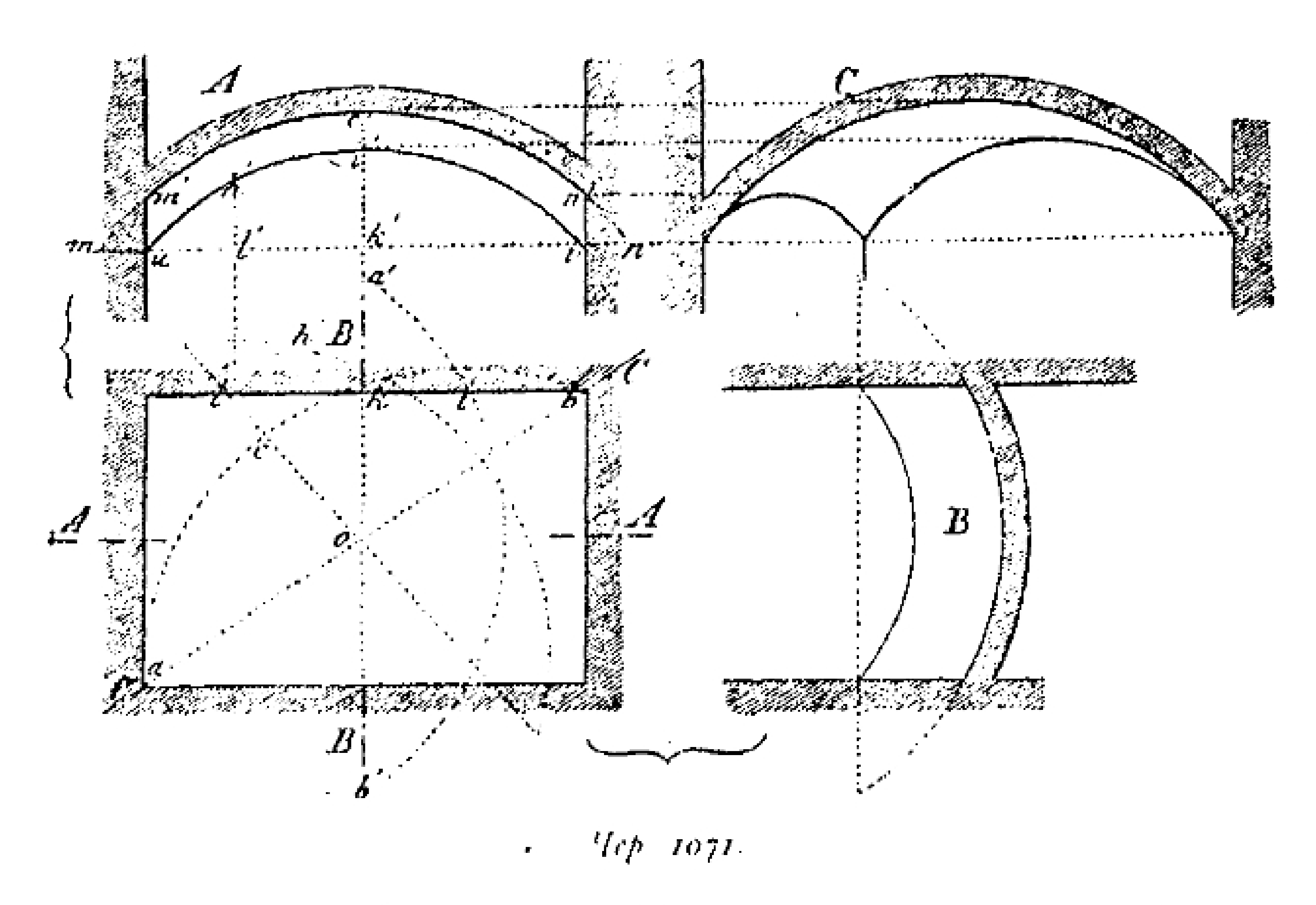
стилать полъ въ плоскости началъ свода, какъ это дѣлали при предъидущемъ способѣ.

Кладка правильныхъ крестовыхъ сводовъ производится рядами, по общимъ правиламъ разрѣзки камней. Вспарушенные своды кладутся косою кладкою, чер. 1065 (текстъ). При этомъ способѣ давленіе свода передается равномѣрнѣе стѣнамъ, ограничивающимъ щеки свода. Для усиленія свода дѣлаютъ по его діагоналямъ гурты; кладка ихъ, при толщинѣ

свода въ ½ кирпича, а гурта въ 1 кирпичъ, показана на чер. 1066 и 1067 (текстъ).

На чер. 1068 (текстъ) показана кладка при толщинѣ гурта 1½ кирпича, а свода — въ 1 кирпичъ.

Въ Германіи кладутъ часто крестовые своды, не устраивая полныхъ кружалъ и довольствуясь только кружалами, устроенными подъ всѣми подпружными арками и подъ арками діагональными, которыя всѣ выводятся отдѣльно, т. е.

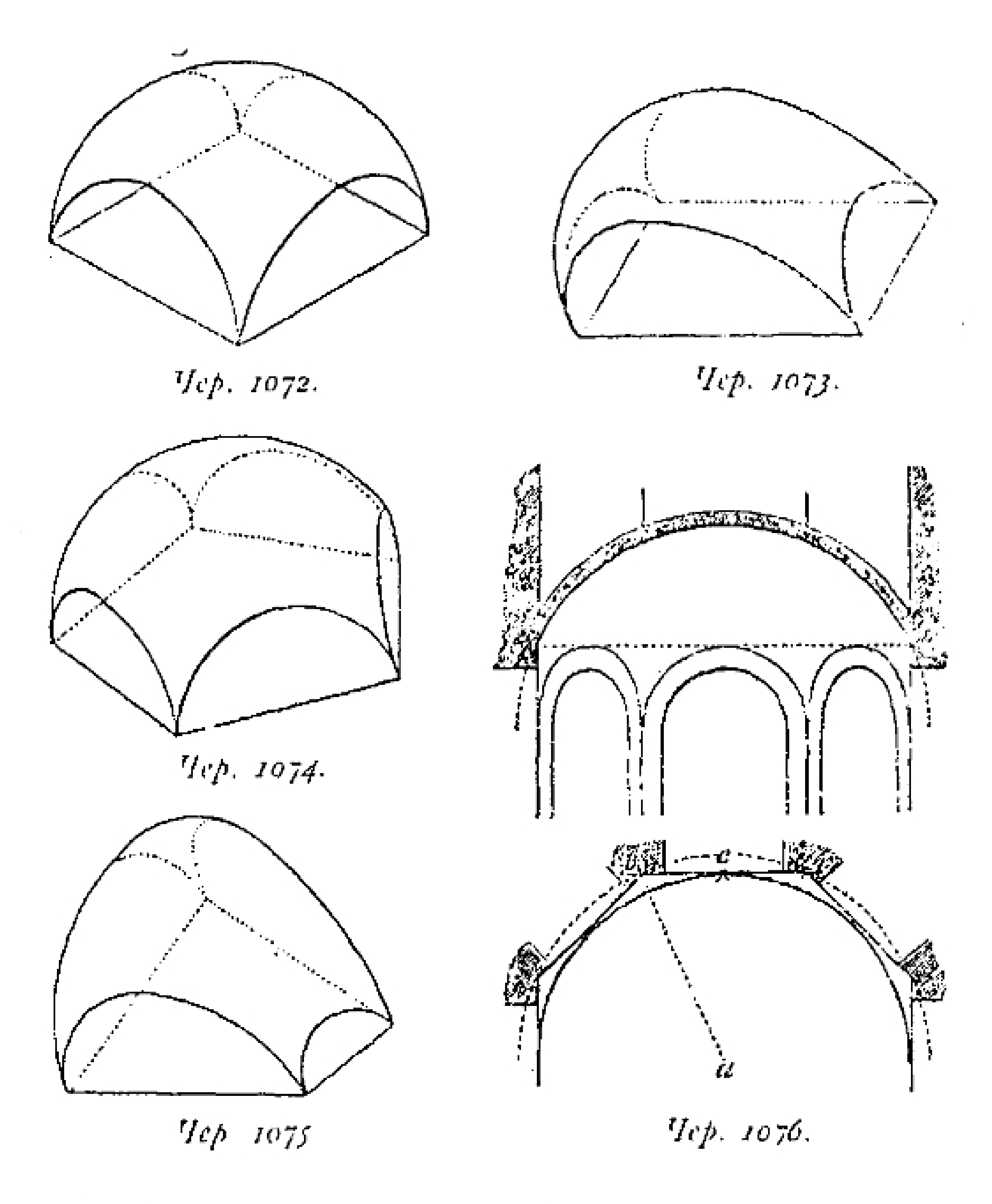


Чер. 1071.

прежде распалубокъ свода. Потомъ, означивъ на стѣнахъ кривыя очертанія щекъ свода, начинаютъ косую кладку отъ 8 угловъ вдругъ (въ четыреугольномъ сводѣ), т. е. отъ всѣхъ самыхъ пониженныхъ точекъ распалубокъ. Каждый рядъ косой кладки составитъ арку, которая будетъ упираться однимъ концомъ—въ діагональную арку, а другимъ — на стѣну, или, если нѣтъ стѣны — на щековую подпружную арку.

§ 83. **Парусные своды.** а) *Парусными сводами* называются такіе своды, у которыхъ внутренняя поверхность есть поверхность вращенія, и опорныя стѣны представляютъ въ планѣ многоугольникъ.

Положимъ, что основанiе свода имѣетъ форму прямоугольника, чер. 1071 (текстъ), проведемъ дiагональ *ab* и начертимъ на ней въ совмѣщенiи кривую *acb*, которую предполагается принять за производящую. Кривая эта, поставленная въ настоящемъ своемъ положенiи, т. е. въ вертикальномъ, вращаясь около отвѣсной линiи (возставленной



Чер. 1072. *Чер. 1073.* *Чер. 1074.* *Чер. 1075.* *Чер. 1076.*

въ точкѣ *o*), какъ около оси, образуетъ поверхность вращенiя, которая, по продолженiи ея, до встрѣчи съ стѣнами, составитъ внутреннюю поверхность свода. Для изображенiя свода въ разрѣзахъ, представимъ себѣ, что производящая придетъ въ положенiе, параллельное плоскости разрѣза *A*; она изобразится въ настоящей своей величинѣ кривою

$mc'n$, которой часть $m'n'$, заключенная между стѣнами, представляетъ разрѣзъ внутренней поверхности свода плоскостью AA.

Та-же поверхность пересѣкается съ заднею стѣною въ кривой, опредѣляемой слѣдующимъ образомъ. Нижнія точки этой кривой u и v находятся на плоскости началъ; верхняя точка опредѣлится, если возьмемъ ордонату производящей, соотвѣтствующую разстоянію задней стѣны отъ оси. Ордоната эта, которую всего удобнѣе взять на совмѣщенной производящей въ положеніи a' b', будетъ линіи Ki. Отложимъ на разрѣзѣ линіи $Ki'=ki$. Еще нѣсколько точекъ этой-же кривой могутъ быть опредѣлены тѣмъ-же способомъ, напримѣръ, вслѣдствіе равенства ордонаты $l'h'=lh$. Чрезъ найденныя точки проведемъ кривую u i v. Наконецъ, для пополненія требуемаго разрѣза, означимъ толщину свода. По этому же способу начерченъ разрѣзъ B плоскостью BB и діагональный разрѣзъ c.

Такъ какъ парусный сводъ есть, собственно говоря, куполъ, обрѣзанный по бокамъ нѣсколькими вертикальными плоскостями, то разрѣзка его дѣлается по тѣмъ же правиламъ, какъ въ куполѣ.

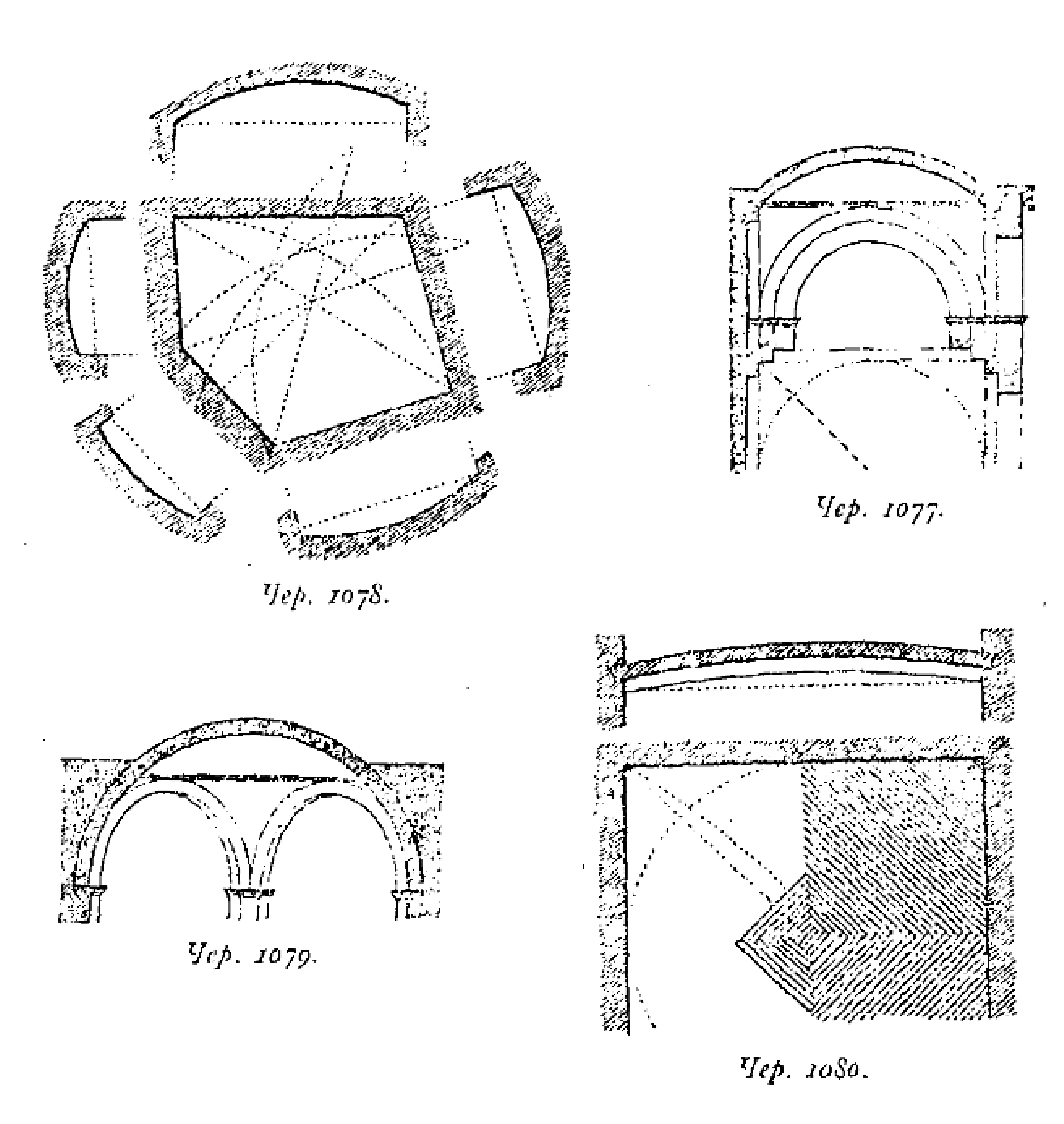
Каждый многоугольникъ, около котораго можно описать окружность, можетъ быть принятъ за основаніе правильнаго парусного свода.

Чер. 1072—1076 (текстъ) представляетъ виды этихъ сводовъ. Въ противномъ случаѣ, т. е. въ томъ, если основаніе имѣетъ видъ многоугольника, который не можетъ быть вписанъ въ окружности, его также легко покрыть парусымъ сводомъ, принявъ за направляющую кривую, которая начерчена на наибольшей діагонали многоугольника. Пересѣченіе внутренней поверхности свода со стѣнами будетъ имѣть форму ползучихъ дугъ, чер. 1078 (текстъ).

Парусные своды могутъ имѣть опорами, вмѣсто полныхъ стѣнъ, отдѣльные столбы, соединенные подпружными арками. Очевидно, что парусный сводъ не можетъ безъ этихъ арокъ опираться на отдѣльные столбы.

b) Чер. 1077 и 1079 (текстъ) представляетъ такъ называемый *полный парусный сводъ*. Основаніе его — квадратъ,

а производящая—окружность круга. Сводъ этотъ опирается на подпружныя арки. Проводя горизонтальную плоскость чрезъ верхнія точки подпружныхъ арокъ, раздѣлимъ внутреннюю поверхность свода на пять частей, изъ которыхъ четыре, подъ плоскостью лежащія, называются *треугольными*



Чер. 1078.

Чер. 1077.

Чер. 1079.

Чер. 1080.

парусами, а круглая верхняя часть, имѣющая форму шароваго сегмента—*скуфьею*.

Парусные своды весьма употребительны въ гражданскихъ постройкахъ по слѣдующимъ причинамъ:

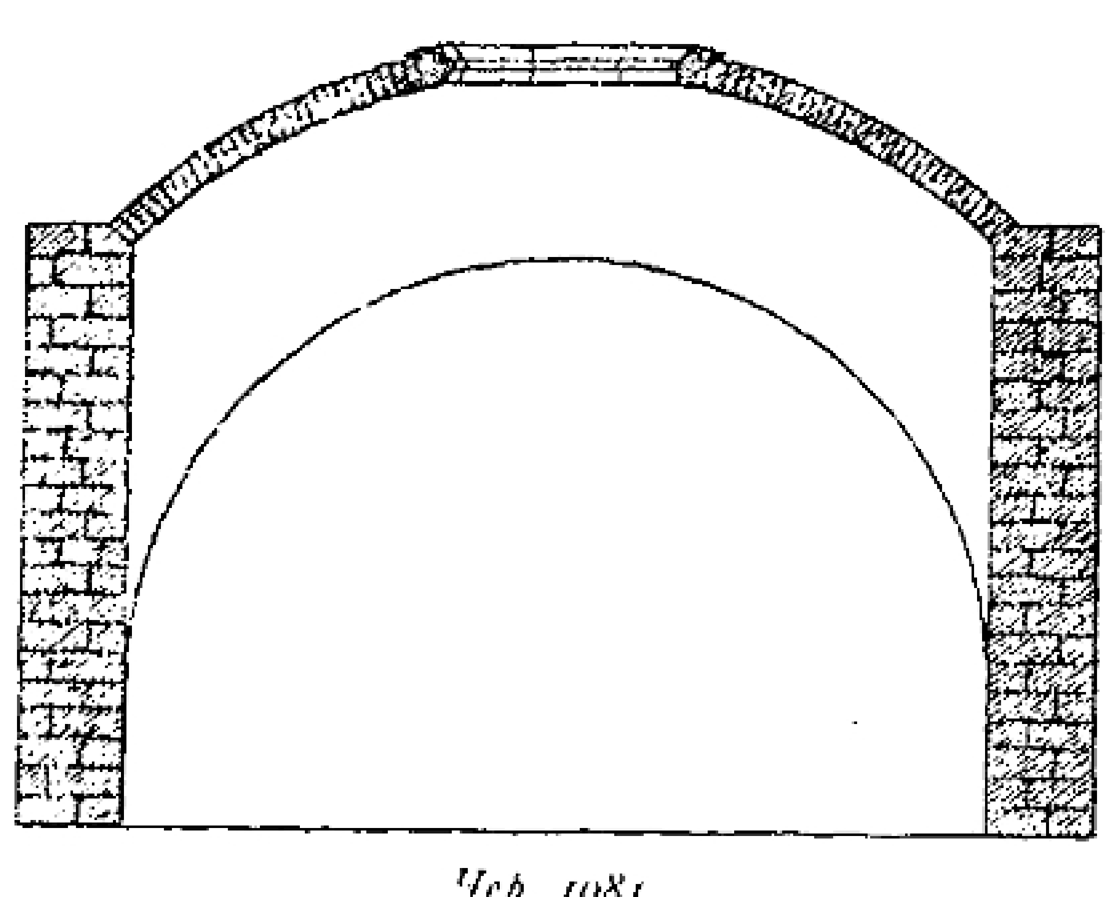
1) Своды эти передаютъ давленіе свое на всѣ стѣны; въ особенности-же они давятъ на углы, т. е. именно на тѣ ча-

сти стѣнъ, которыя представляютъ самую большую устойчивость.

2) По причинѣ куполо-образной формы парусныхъ сводовъ, своды эти, сдѣланные изъ кирпича, производятъ весьма слабый горизонтальный распоръ.

3) Своды эти можно устраивать площе всякихъ другихъ; напримѣръ, подъемъ направляющей можетъ имѣть въ нихъ до $^1/_{15}$ ея отверстія.

Вслѣдствіе этого они очень удобны для покрытія невы-



Чер. 1081.

сокихъ пространствъ и даже могутъ употребляться вмѣсто потолковъ, чер. 1080 (текстъ).

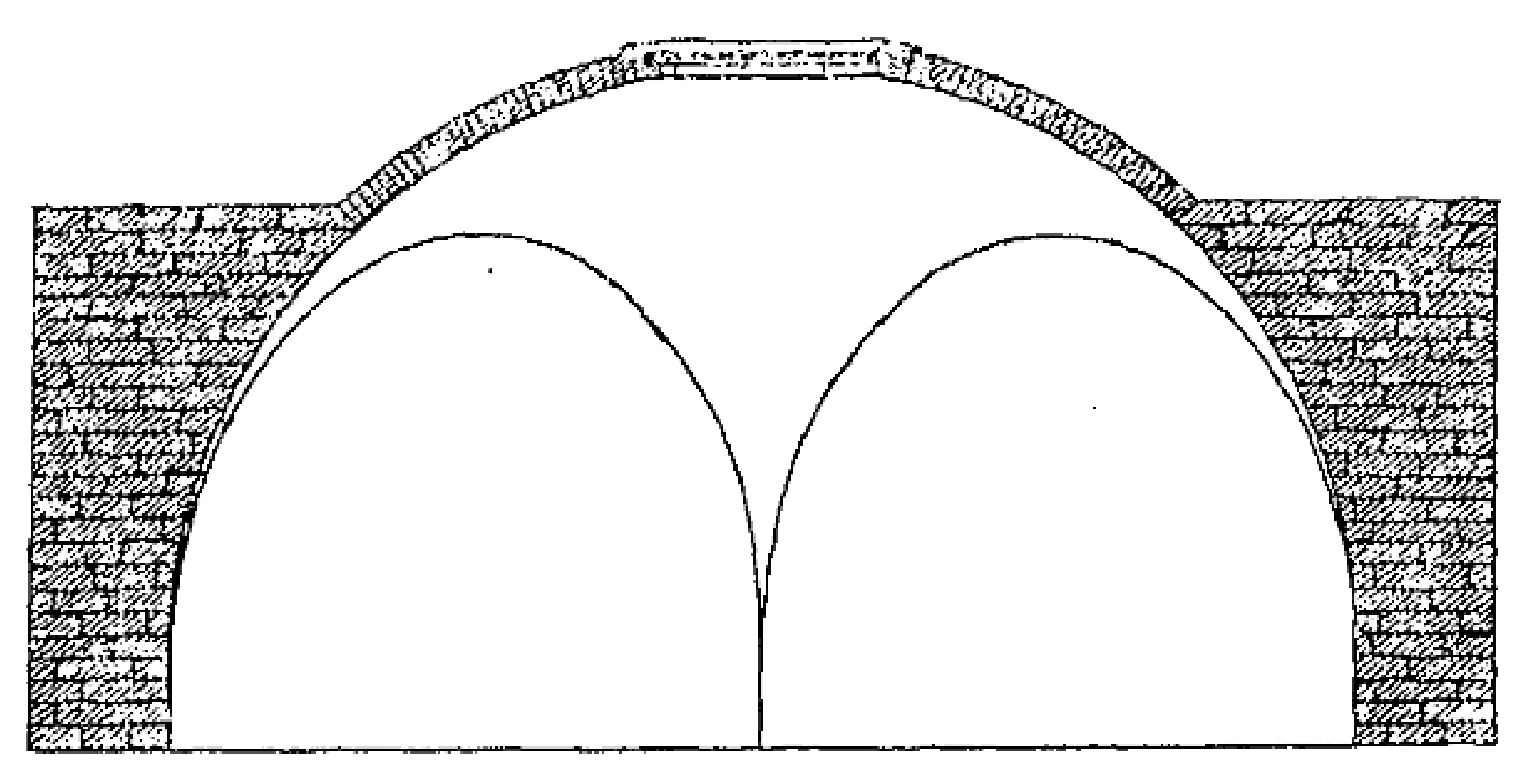
4) Полные парусные своды удобно украшаются и принадлежатъ къ красивѣйшимъ покрытіямъ.

Парусные своды, поставленные одни возлѣ другихъ, могутъ быть употребляемы для покрытія большихъ пространствъ, подобно крестовымъ сводамъ. Все, что было сказано о формѣ устоевъ въ статьѣ о крестовыхъ сводахъ, примѣняется и къ парусным сводамъ.

c) Толщину парусным сводамъ можно смѣло давать одинаковую съ коробчатыми сводами тѣхъ-же измѣреній. Для парусныхъ сводовъ, при отверстіи до 3-хъ саженъ, достаточна толщина въ полкирпича; только въ особенныхъ случаяхъ, какъ напримѣръ, когда своды могутъ быть подвержены значительной нагрузкѣ или сотрясеніямъ, имъ дается толщина

въ 1 кирпичъ. Подпружныя арки этихъ сводовъ можно разсматривать какъ короткіе цилиндрическіе своды и на этомъ основаніи опредѣлять ихъ толщину. Замѣтимъ еще, что въ парусныхъ сводахъ надобно класть нижнія части свода, т. е. тѣ, которыя называются *треугольными парусами*, не нормально къ внутренней поверхности свода, а горизонтально. Отъ такого расположенія клиньевъ, треугольный парусъ не будетъ производить никакого распора на опоры, но напротивъ того, стремясь упасть во внутренность свода, будетъ противудѣйствовать распору, производимому скуфьею. Отсюда происходитъ, что своды этого вида не распираютъ своихъ опоръ.

На чер. 1081—1083 (текстъ) показанъ примѣръ такого способа построенія (театръ въ Майнцѣ). Въ этомъ примѣрѣ сторона квадрата до 5 сажень толщина стѣнъ, $1\frac{1}{4}$ аршина, а толщина скуфьи немного менѣе



Чер. 1082.

6 вершковъ, что составитъ $\frac{1}{80}$ отверстія діагонали. При устройствѣ свода, о которомъ идетъ рѣчь, никакихъ желѣзныхъ связей употреблено не было.

Толщина опоръ парусныхъ сводовъ можетъ быть опредѣляема по правиламъ для куполовъ, т. е. въ нихъ толщина стѣнъ можетъ равняться половинѣ толщины устоевъ коробчатыхъ сводовъ, имѣющихъ отверстіе, равное ширинѣ свода.

По «Hütte» для опредѣленія толщины сильно нагруженныхъ парусныхъ сводовъ, если:

P—общая нагрузка свода, въ киллограммахъ.

l—пролетъ въ метрахъ.

h—высота свода въ ключѣ, въ метрахъ.

t—длина свода (перпендикулярно къ плоскости пролета), въ метрахъ.

k—допускаемая нагрузка матеріала свода на кв. сантим.

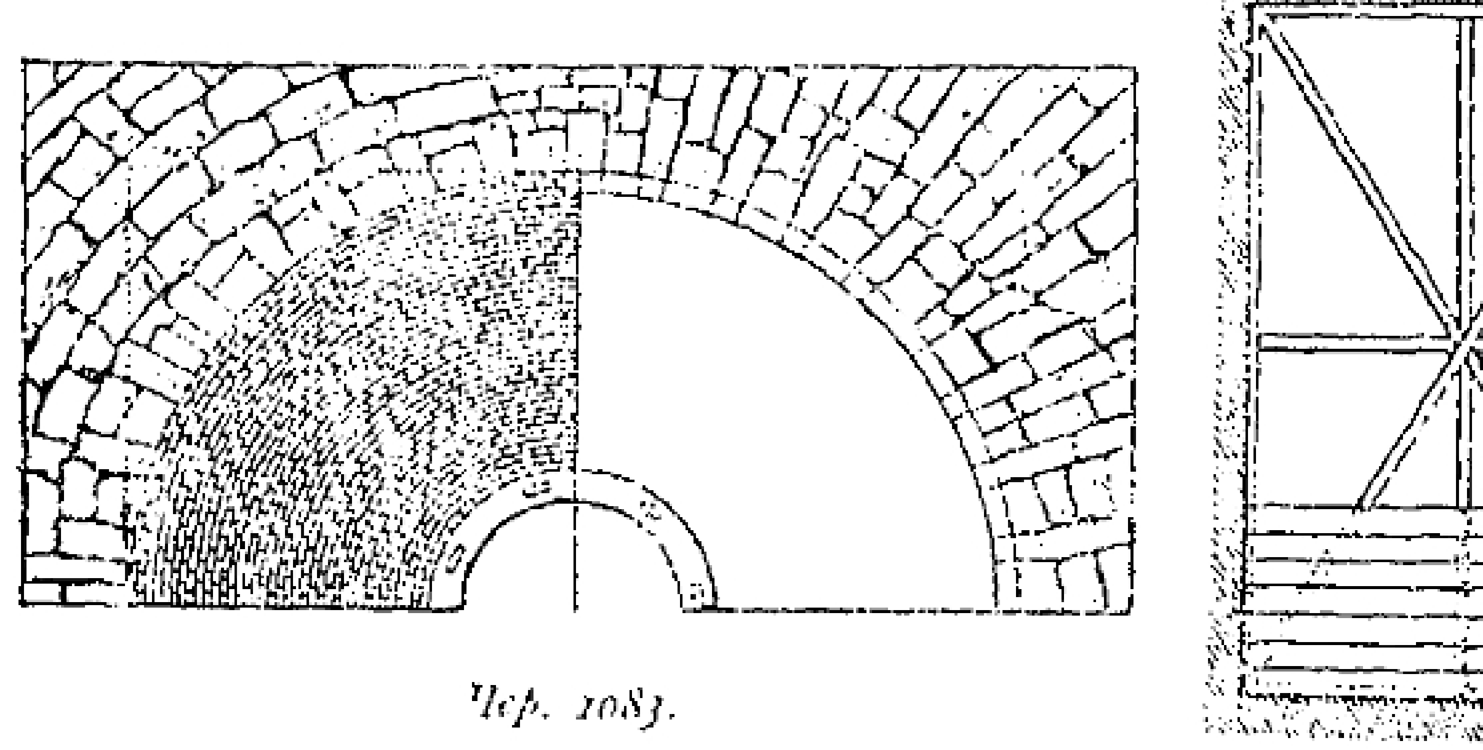
S_1—необходимая толщина въ ключѣ.
S_2—необходимая толщина въ пятахъ,
то имѣемъ;

$$S_1 = \frac{P.l}{4hkt}; S_2 = S_1 \frac{l^2+4h^2}{l^2-4h^2}$$

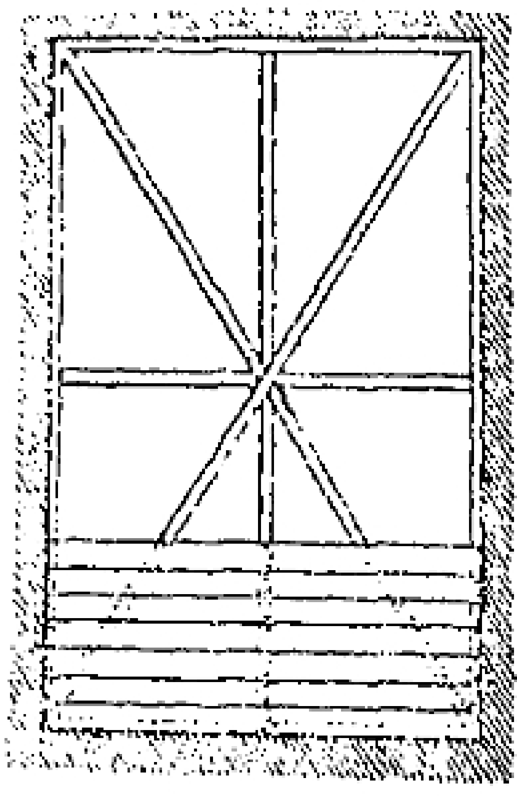
Для обыкновенныхъ камней k=7 килограм. на 1 кв. сантим.

Для хорошихъ камней k=10 килограм. на 1 кв. сантим.

При пролетахъ до 7 метровъ, подъемъ равняется $^1/_{12}$ большей стороны свода (въ планѣ); при высотѣ свода отъ $^1/_8$ до $^1/_{12}$ пролета, толщина въ ключѣ равняется $^1/_2$ кирпича. Сводъ толщиною въ $^1/_2$ кирпича требуетъ, кромѣ забутовки, на 1 квадр. саж. (въ планѣ) 214 кирпичей и 0,016 куб. саж. раствора; при толщинѣ въ $^1/_4$ кирпича—107 кирпичей и 0,02 куб. саж. раствора



Чер. 1083.

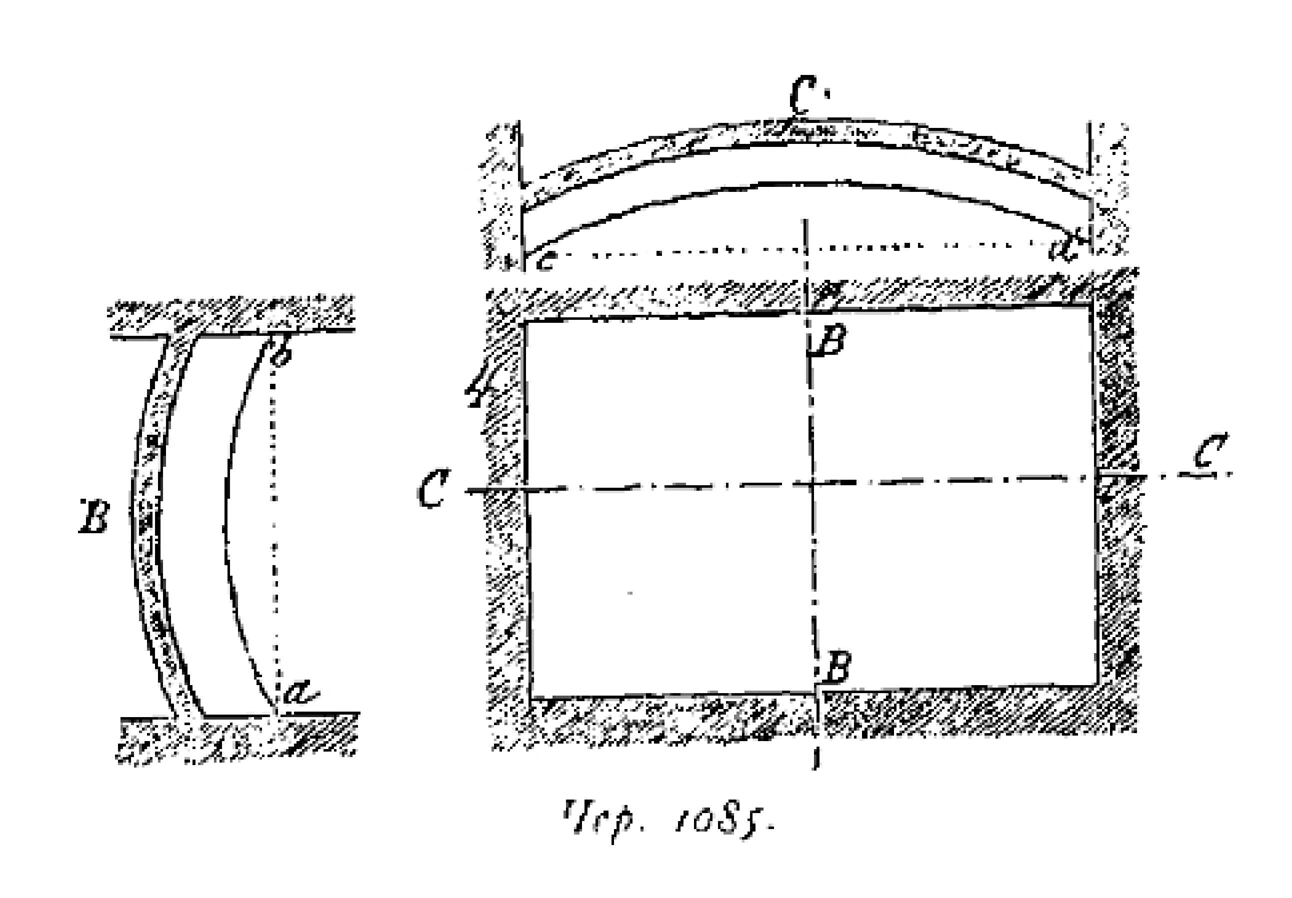


Чер. 1084.

При кладкѣ парусныхъ сводовъ, у которыхъ внутренняя поверхность составляетъ часть поверхности вращенія, требуются кружала, устраиваемыя на подобіе купольныхъ кружалъ. Кружальныя ребра дѣлаются всѣ по одной кривой, но только тѣ изъ нихъ, которыя направлены въ углы, суть цѣльныя; всѣ прочія составляютъ части этихъ діагональныхъ кружалъ, чер. 1084 (текстъ).

Палуба для сводовъ, имѣющихъ значительную выпуклость, располагается такъ, какъ въ куполѣ, а для плоскихъ парусныхъ сводовъ такъ, какъ при коробчатыхъ сводахъ, чер. 1884 (текстъ). Кладку начинаютъ съ угловъ и ведутъ рядами па подобіе купола. Можно также производить кладку на подобіе сомкнутыхъ сводовъ, чер. 1027 (текстъ).

Въ полномъ парусномъ сводѣ, для прочности его и уменьшенія распора имъ производимаго, очень выгодно употреблять, при кладкѣ нижней его части, простую стѣнную кладку, чер. 1081—1083 (текстъ). Эта кладка, употребляемая также и для треугольныхъ парусовъ, доставляетъ каменной массѣ большую плотность, происходящую отъ однообразной толщины швовъ и уменьшаетъ распоръ свода, потому что сложенный такимъ образомъ парусъ не только не производитъ распора на устои, но, напротивъ, стремится опрокинуть устой во внутренность свода, а слѣдовательно производитъ дѣйствіе прямо противоположное распору верхней части свода.

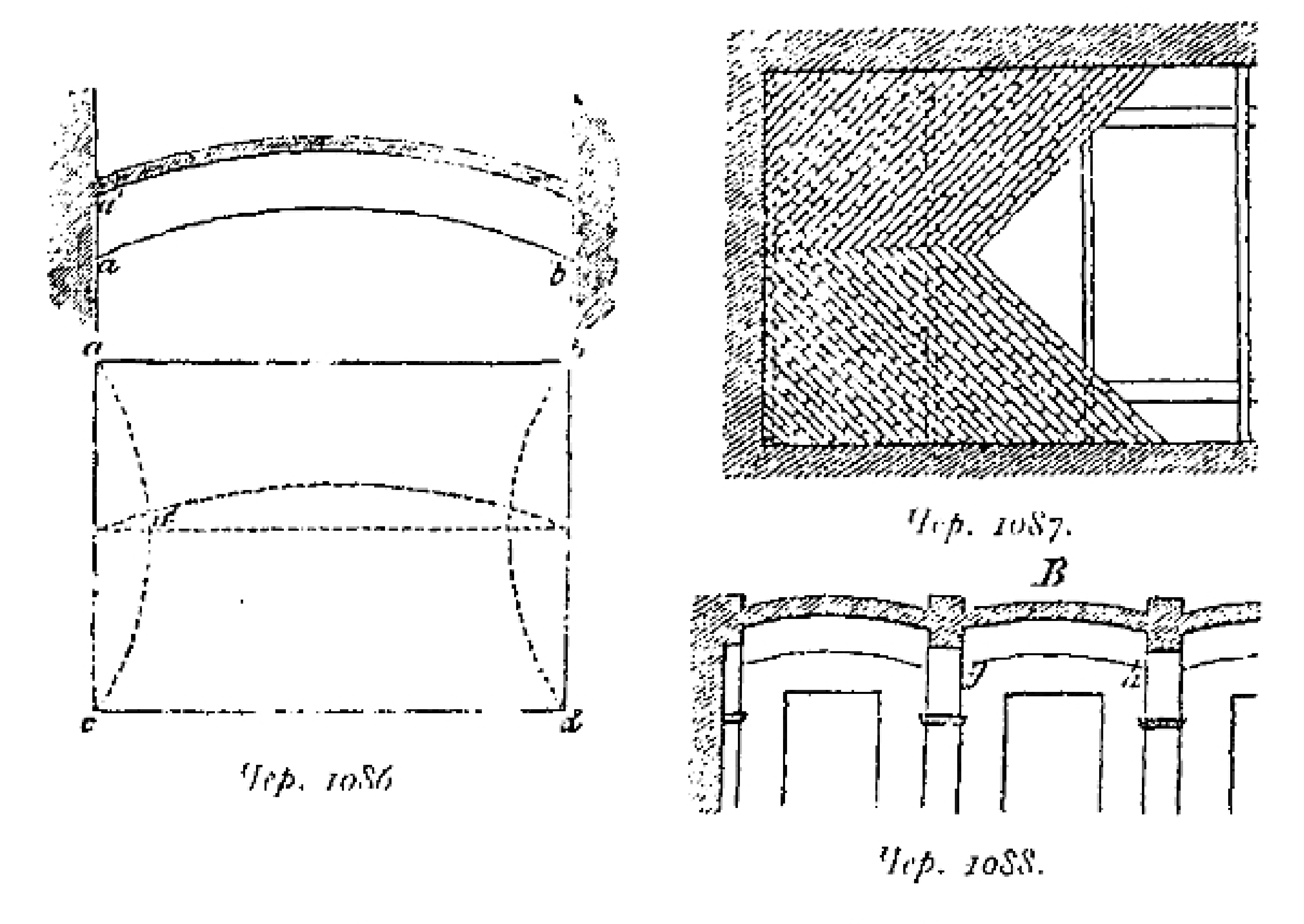


Чер. 1085.

Парусные своды, подобно крестовымъ, могутъ быть выводимы безъ кружалъ; однако же, для правильности свода, надобно устроить нѣсколько легкихъ кружальныхъ реберъ, которыя служатъ не столько для поддержанія свода, сколько для замѣненія лекалъ.

§ 84. Бочарные своды. а) Бочарный сводъ имѣетъ видъ, подобный виду паруснаго свода, но внутренняя поверхность его производится иначе. Положимъ, что для покрытія дано прямоугольное пространство, чер. 1085 (текстъ). Зададимъ на одной стѣнѣ какую либо кривую *ab* (обыкновенно, плоскую дугу круга) и примемъ ее за направляющую свода. На другой стѣнѣ, перпендикулярной къ первой, зададимъ

подобнымъ образомъ другую кривую cd. Пусть кривая ab двигается параллельно самой себѣ, такъ что точка ея b слѣдуеть по кривой cd; при движеніи этомъ она пишетъ внутреннюю поверхность свода. Для опредѣленія разрѣза свода плоскостью BB, отложимъ отъ точекъ a и b, вверхъ, величину средней ордонаты кривой cd и чрезъ эти точки проведемъ кривую, совершенно равную кривой ab; она именно и представитъ намъ пересѣченіе внутренней поверхности свода съ плоскостью BB. Отложивъ послѣ этого толщину свода,



Чер. 1086

Чер. 1087.

Чер. 1088.

мы заключимъ тѣмъ чертежъ разрѣза B. Точно также составится разрѣзъ плоскостью CC.

При сравненіи этого свода съ плоскимъ парусными сводомъ, между ними обнаруживается слѣдующая разность. Въ бочарномъ сводѣ, въ разрѣзѣ, верхняя кривая (пересѣченіе внутренней поверхности свода плоскостью разрѣза) и нижняя кривая (проекція пересѣченія внутренней поверхности свода съ заднею стѣною) суть кривыя тождественныя; въ парусномъ сводѣ, напротивъ, верхняя кривая всегда площе нижней.

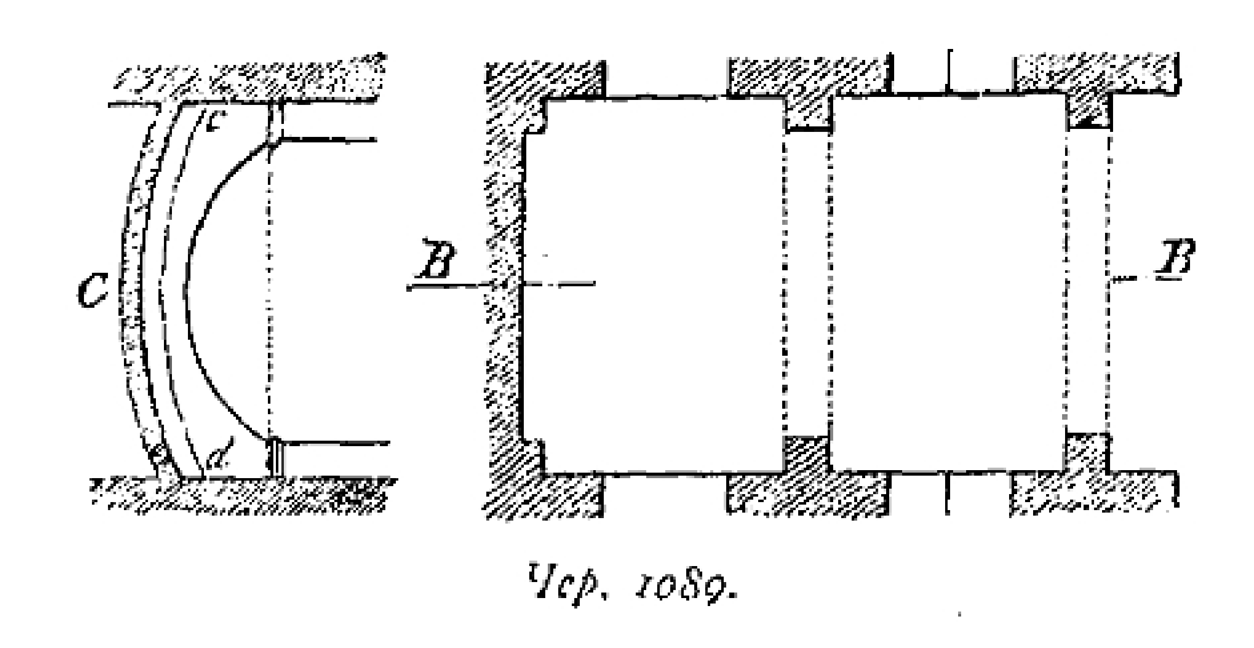
Бочарный сводъ имѣетъ тѣ же свойства, какъ и плоскій

парусный, но видъ его не такъ красивъ. Его употребляютъ, между прочимъ и потому, что приготовленіе кружалъ для этого свода проще, чѣмъ для парусного.

Для бочарныхъ сводовъ кружала устраиваются также, какъ и для коробчатыхъ, съ тою только разностью, что прогоны, поддерживающіе кружальныя ребра, должны быть не прямые, какъ въ коробчатыхъ сводахъ, а криволинейные; ихъ приготовляютъ также, какъ и всѣ кружальныя ребра.

На чер. 1087 (текстъ) представленъ планъ бочарнаго свода, устраиваемаго на нѣсколькихъ легкихъ кружальныхъ ребрахъ, которыя служатъ не столько для поддержанія свода, сколько для замѣненія лекалъ.

§ 85. Прусскіе своды. а) Подъ названіемъ прусскихъ сво-



Чер. 1089.

довъ извѣстно слѣдующее расположеніе бочарныхъ или коробчатыхъ сводовъ:

Данное прямоугольное пространство, чер. 1088, 1089 (текстъ), раздѣляется на нѣсколько равныхъ частей (шириною, обыкновенно, отъ 1 ½ до 3 саж.); въ точкахъ, соотвѣтствующихъ этимъ дѣленіямъ, къ стѣнамъ пристраиваются устои и на нихъ выводятся подпружныя арки, проектирующіяся въ настоящей величинѣ на плоскости *c*, а на плоскости *B* въ разрѣзахъ. Между этими подпружными арками и стѣнами устраиваютъ по кривой *cd* бочарные своды, которые обыковенно гораздо площе направляющей подпружныхъ арокъ. Выпуклость кривой *gh* составляетъ около 1/10 ея отверстія. Выгоды прусскаго свода состоятъ въ томъ, что толстыя и съ большимъ подъемомъ подпружныя арки, опи-

раясь на сильныхъ опорахъ, состоящихъ изъ стѣнъ и особенныхъ выступовъ, имѣютъ большую степень сопротивленія; что касается до легкихъ (въ ½ кирп.) и плоскихъ бочарныхъ сводовъ, между ними заключающихся, то они облегчаютъ освѣщеніе свода и доставляютъ значительную экономію въ матеріалѣ. Кромѣ того, сильныя подпружныя арки служатъ прочнымъ основаніемъ для пола верхняго этажа.

b) Въ прусскихъ сводахъ, толщина подпружныхъ арокъ опредѣляется по правиламъ, изложеннымъ для коробчатыхъ сводовъ. Въ практикѣ, въ обыкновенныхъ случаяхъ, даютъ имъ толщину и ширину въ 1½ кирпича, такъ что поперечное сѣченіе арки представляетъ квадратъ. Толщина бочарныхъ сводовъ, помѣщаемыхъ между этими подпружинами, дѣлается, обыкновенно, въ полкирпича.

Иногда, однакожъ, при значительной длинѣ, укрѣпляютъ эти бочарные своды поперечными гуртами, выступающими наружу на полкирпича. Разстояніе между подпружинами 1½ до 3 саженъ, подъемъ производящей бочарнаго свода въ 1/12 до 1/8 большей стороны покрываемаго пространства или пролета подпружинъ.

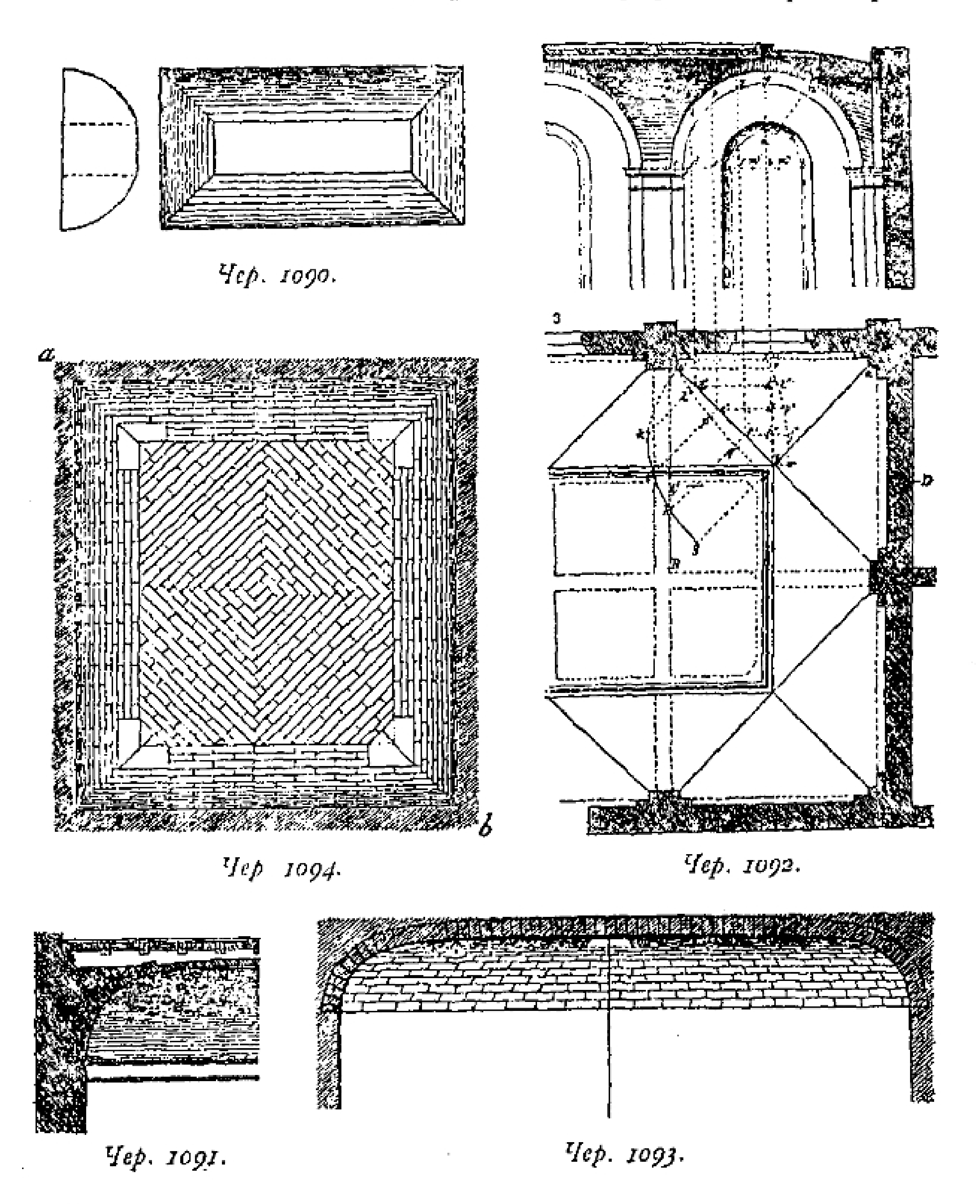
§ 83. **Плоскіе и зеркальные своды.** a) Небольшія пространства, (до 4-хъ аршинъ ширины), какъ, напримѣръ, промежутки между архитравами покрываютъ иногда такими сводами, у которыхъ внутренняя поверхность есть *плоскость*. Но и въ подобномъ случаѣ, эта поверхность дѣлается не совершенно плоская: ей даютъ непримѣтную выпуклость, около 1/36 отверстія. Формы этихъ сводовъ должны быть сообразны съ видомъ опоръ. Итакъ, если даны двѣ параллельныя линіи, какъ главныя опоры свода, то ему даютъ форму плоскаго коробчатаго свода; если четыре линіи—сомкнутаго, а если четыре точки, то парусинаго.

При устройствѣ этого рода сводовъ, надобно принять всѣ мѣры, необходимыя для того, чтобы опоры не могли обнаружить ни малѣйшаго горизонтальнаго движенія.

Зеркальные своды суть такіе, у которыхъ средняя часть, называемая *зеркаломъ*, совершенно плоска, а крайнія части или *поддуги* имѣютъ значительную кривизну. Образованіе зеркальнаго свода можетъ быть представлено слѣдующимъ образомъ:

Возьмемъ *лотковый сводъ* и, срѣзавъ его на нѣкоторой высотѣ горизонтальною плоскостью, замѣнимъ верхнюю от-

рѣзанную часть ея плоскимъ (почти прямолинейнымъ) сводомъ, чер. 1090—1091 (текстъ). Если въ поддугахъ предыдущаго свода будетъ устроенъ непрерывный рядъ распа-



Чер. 1090.

Чер. 1094.

Чер. 1092.

Чер. 1091.

Чер. 1093.

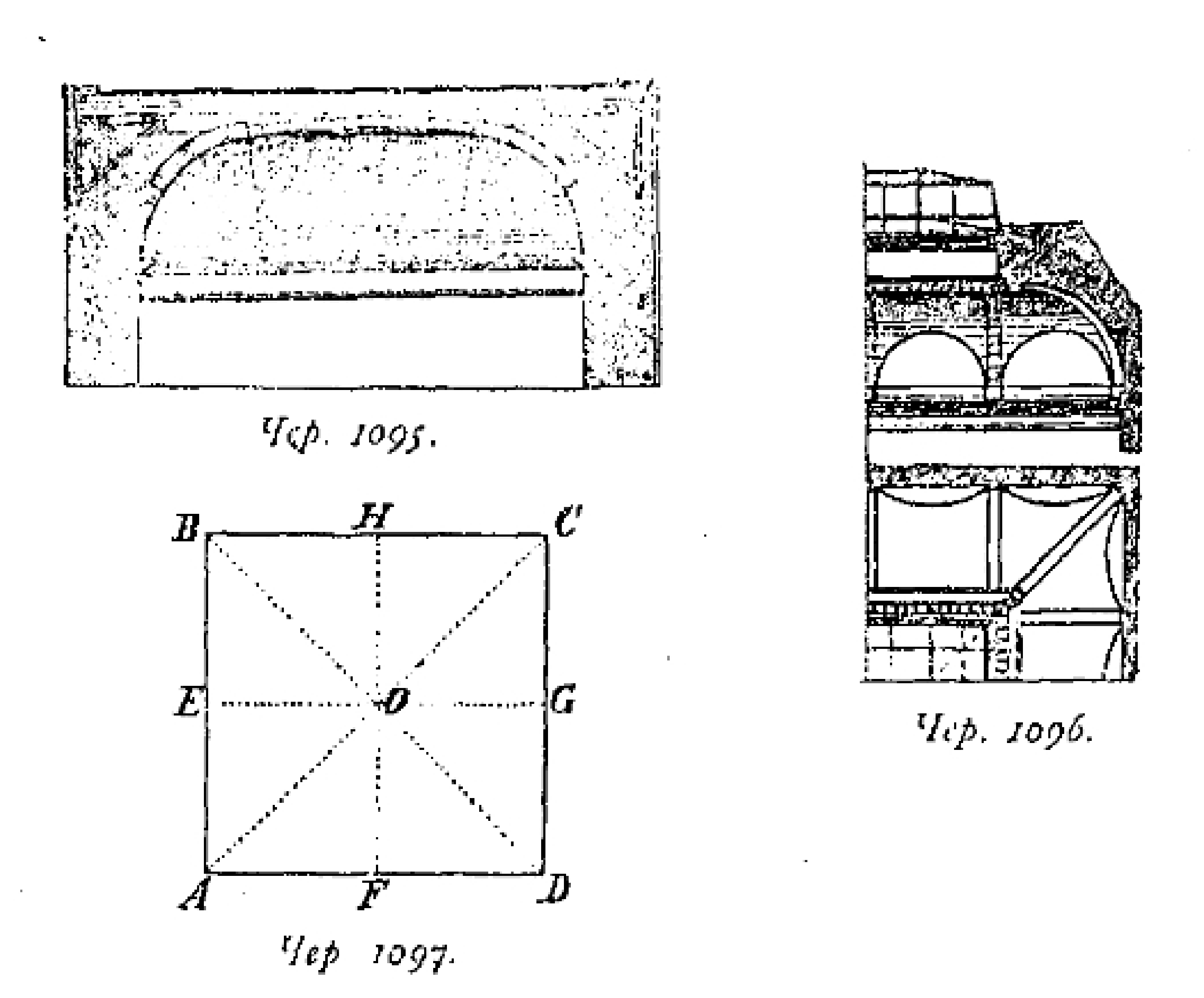
лубокъ, то получится зеркальный сводъ другой формы, чер. 1092 (текстъ). Зеркало устраиваютъ какъ очень плоскій сомкнутый сводъ; оно всегда отдѣляется отъ поддугъ гзимсомъ и въ прежнихъ строеніяхъ обыкновенно закрывалось

писанною на холстѣ картиною, которая растягивалась между гзимсами.

Чер. 1093—1094 (текстъ) показываютъ устройство свода съ полными поддугами.

Толщина бочарныхъ сводовъ, при отверстіи до 3-хъ сажень, достаточна въ ½ кирпича; только въ особенныхъ случаяхъ, какъ напримѣръ, когда своды могутъ быть подвержены значительной нагрузкѣ или сотрясеніямъ, имъ дается толщина въ 1 кирпичъ.

b) При устройствѣ плоскихъ сводовъ надобно обратить особенное вниманіе на то, чтобы растворъ связывалъ камни



Чер. 1095.

Чер 1097.

Чер. 1096.

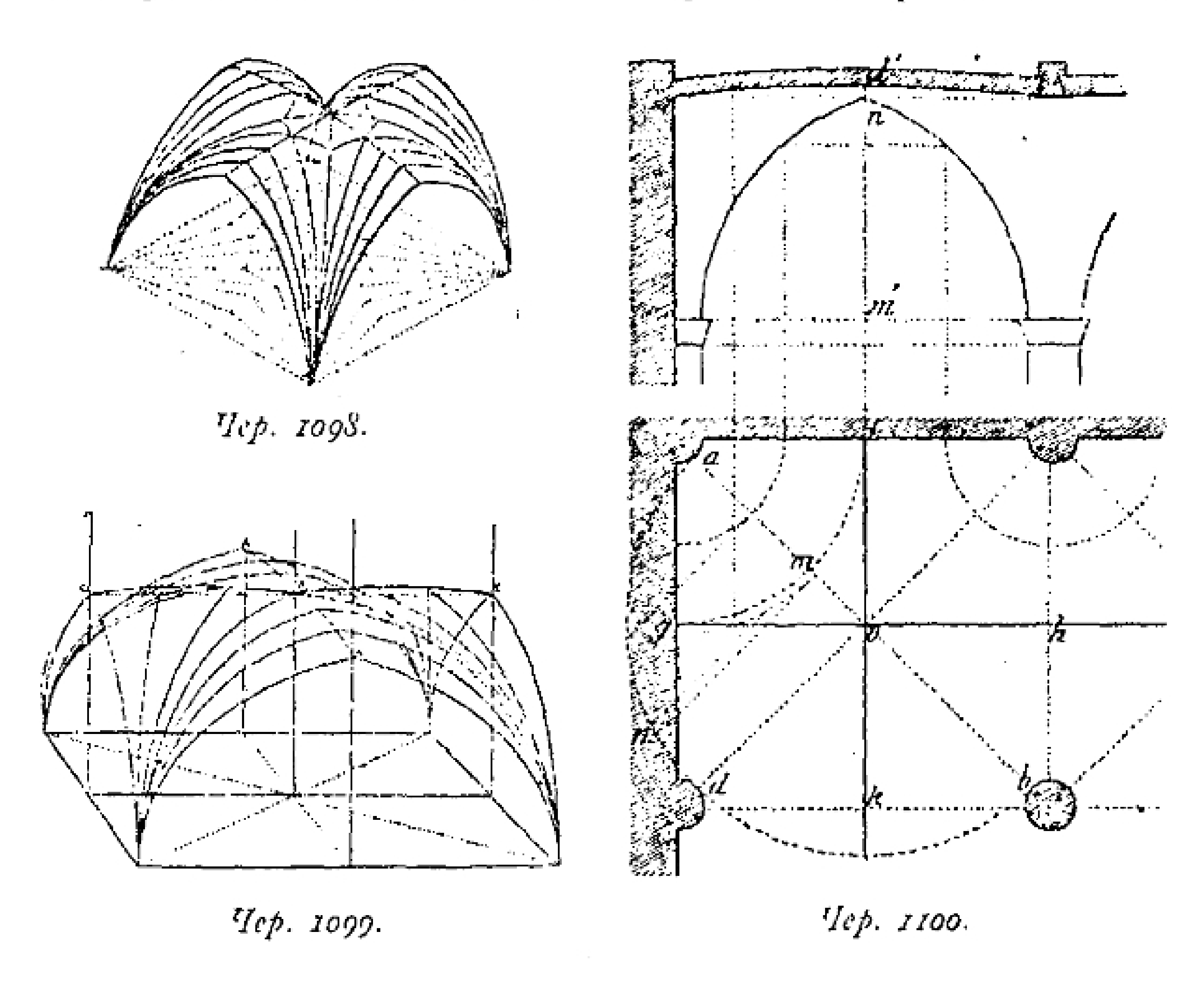
какъ можно прочнѣе. Отъ этого происходитъ, что плоскіе своды не въ повсемѣстномъ употребленіи, а встрѣчаются чаще въ тѣхъ странахъ, гдѣ гипсъ и сильный цементъ составляютъ обыкновенный матеріалъ для раствора. Кромѣ того эти своды не надобно подвергать никакому постороннему грузу.

О кладкѣ плоскихъ сводовъ упомянуто выше, при описаніи кладки коробчатыхъ сводовъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, гдѣ гипсъ или цементъ заступаютъ мѣсто обыкновеннаго известковаго раствора, кирпичъ, при кладкѣ зеркальныхъ сводовъ, укладывается плашмя въ два или болѣе рядовъ.

Забутка дѣлается только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, чтобы не обременить слишкомъ свода.

На чер. 1096 (текстъ) показанъ примѣръ устройства зеркальнаго свода съ свѣтовымъ фонаремъ.

§ 87. Вѣерные или нормандскіе своды. a) Въ вѣерныхъ или нормандскихъ сводахъ внутренняя поверхность составлена изъ пересѣкающихся частей поверхностей вращенія, кото-



Чер. 1098.

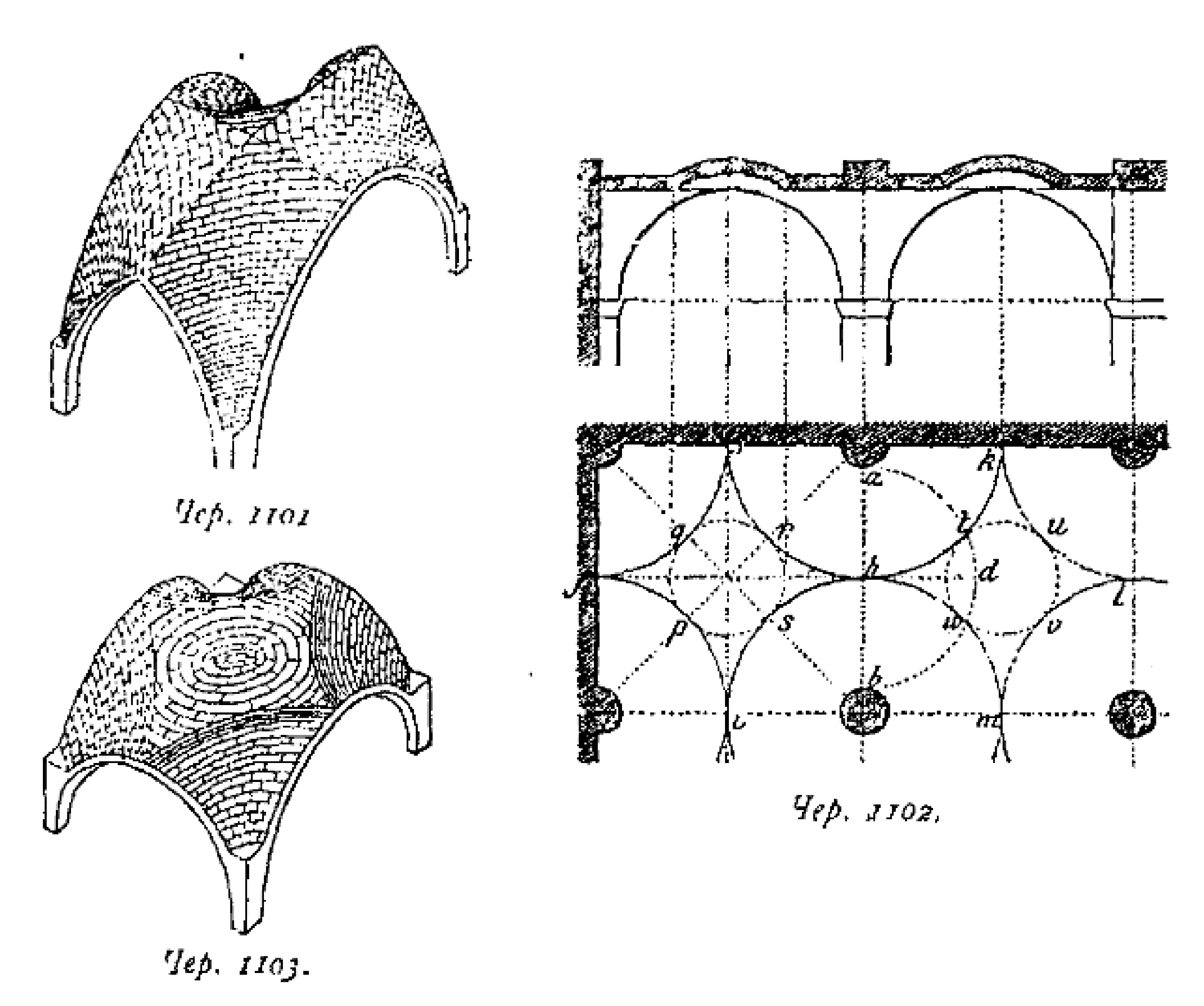
Чер. 1099.

Чер. 1100.

рыхъ оси суть продолженія осей столбовъ, поддерживающихъ своды.

Положимъ, что дано для открытія пространство, имѣющее въ планѣ форму квадрата *ABCD*, чер. 1097 (текстъ). Положимъ, что на діагонали *AC* описана производящая, напримѣръ, полукругъ, и что половина этой производящей, проектирующаяся въ прямую *AO*, обращается вокругъ вертикальной линіи, проведенной чрезъ точку *A*. Точно также пусть линіи *BO*, *CO* и *OD* вращаются каждая около соотвѣтственной ей оси, возставленной въ точкахъ *B*, *C* и *D*. Поверхности эти, продолженныя до взаимнаго ихъ пересѣ-

ченія, составятъ внутреннюю поверхность вѣерпаго свода, котораго видъ и различныя положенія на немъ производящихъ дугъ показаны на чер. 1098 (текстъ). Каждая изъ этихъ поверхностей вращенія пересѣкается съ смежною къ ней поверхностью въ кривыхъ, которыя на планѣ будутъ проектироваться въ прямыхъ линіяхъ *EO*, *FO*, *GO* и *HO*. На чер. 1099 (текстъ) представленъ видъ вѣернаго свода на



Чер. 1101

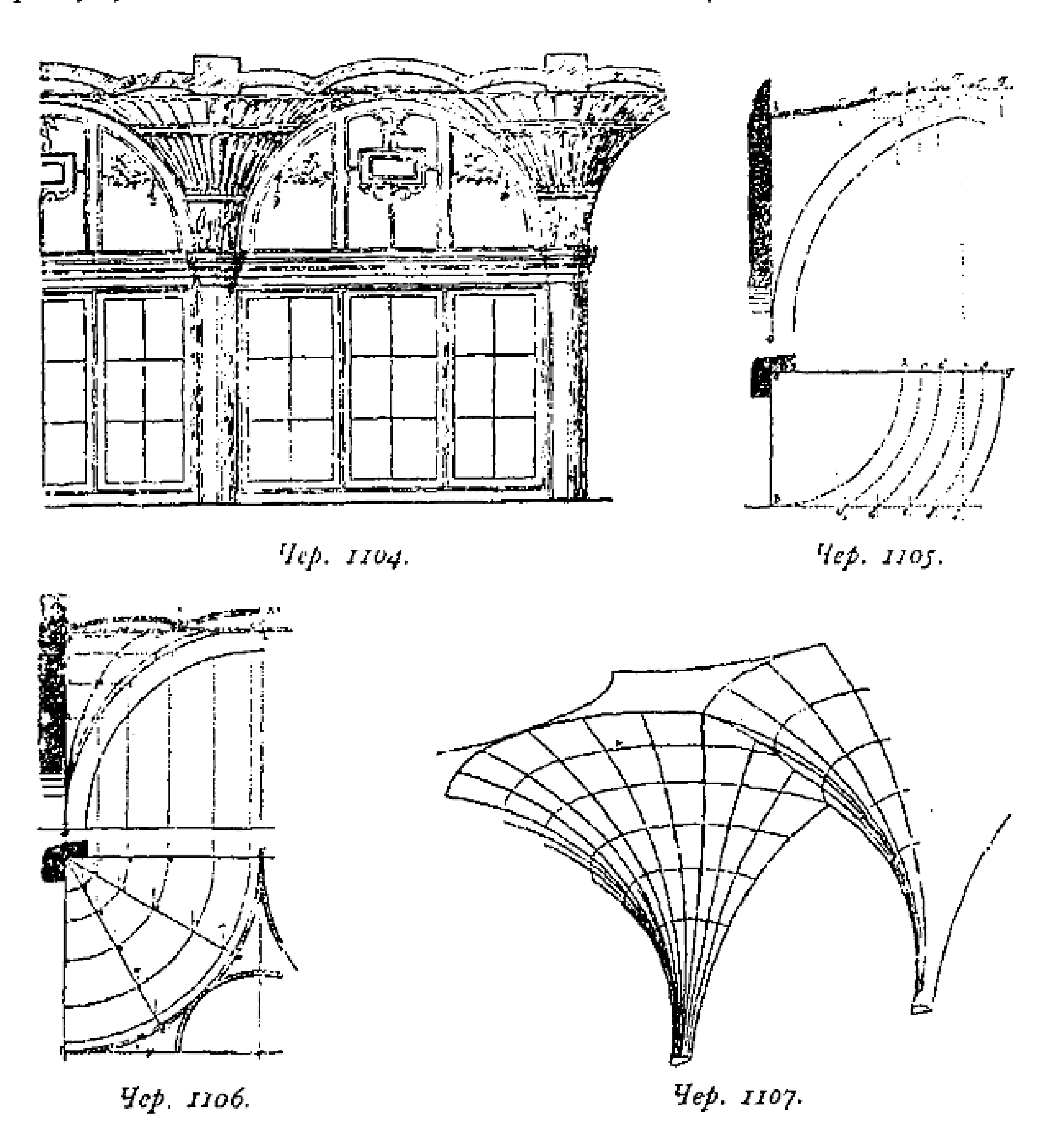
Чер. 1102.

Чер. 1103.

основаніи не квадратномъ, а на продолговатомъ прямоугольникѣ.

Положимъ, что даны круглые столбы, расположенные на вершинахъ квадрата и что на нихъ требуется построить вѣерный сводъ, чер. 1100 (текстъ). На діагонали *ab* начертимъ полуокружность *aob* (въ совмѣщеніи *adb*) и примемъ половины ея *ao* и *ob* за производящія поверхностей вращенія. Высота кривой пересѣченія внутренней поверхности свода съ заднею стѣной опредѣлится, когда въ точкѣ *m'* возставимъ ордонату *mn* совмѣщенной полуокружности *adb*. Потомъ найдемъ про-

межуточныя точки кривой, откладывая промежуточныя ордонаты производящей. Кривая, проектирующаяся на планѣ въ прямой gh, изобразится въ разрѣзѣ въ настоящей своей величинѣ. Верхняя ея точка d'' выше точки m' на разстояніе, равное радіусу od; нижнія точки находятся на горизонтальной линіи,



Чер. 1104.

Чер. 1105.

Чер. 1106.

Чер. 1107.

проведенной черезъ точку n', а промежуточныя точки найдутся, когда отложимъ промежуточныя ордонаты направляющей. Кривая, обозначенная на планѣ линіею ik, изобразится въ разрѣзѣ прямою $n'd'$. Видъ наружной поверхности вѣернаго свода, устроеннаго изъ кирпича, представленъ на чер. 1101 (текстъ).

Показанное нами устройство вѣернаго свода прилично для строеній, обдѣлываемыхъ въ готическомъ стилѣ, потому-что кривыя, образуемыя пересѣченіемъ поверхностей вращенія, суть — *стрѣлки*.

b) Въ строеніяхъ, въ которыхъ за направляющую арокъ и сводовъ принятъ полукругъ, вѣерный сводъ устраивается слѣдующимъ образомъ, чер. 1102 (текстъ). Въ первомъ примѣрѣ мы брали за производящую свода части дуги, описанной на діагонали; а теперь возьмемъ за производящую полуокружность, которая описана на линіи *ab*, какъ на діаметрѣ и которая въ совмѣщеніи представится полуокружностью *adb*. Дуга *bd*, вращаясь около оси столба *b*, произведетъ воронко-образную поверхность вращенія. Всѣ такія поверхности, описанныя кругомъ каждаго столба, не будутъ пересѣкаться между собою, а только касаться въ точкахъ *f*, *g*, *h*, *i*; *n*, *k*, *l*, *m* и т. д. Въ открытые четыреугольные промежутки *fghi*, *hklm* вписываемъ круги *pqrs*, *tuvw*. Треугольники *pfq*, *qgr*, *rsh*, и т. д. закрываются плоскими сводами (запалубками), а на кругахъ *pqrs*, *tuvw* строятся плоскія *скуфейки*.

Чер. 1103 (текстъ) представляетъ видъ этого свода сверху.

На чер. 1104, 1105, 1106 и 1107 показаны примѣры очертанія вѣерныхъ сводовъ.

§ 88. **Готическіе своды.** а) При описаніи предшествующихъ сводовъ мы видѣли назначеніе подпружинъ, необходимость ихъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ и, наконецъ, формы ими принимаемыя. Въ римскихъ, итальянскихъ и обыкновенно теперь употребляемыхъ сводахъ подпружныя дуги встрѣчаются исключительно въ щекахъ сводовъ (какъ въ крестовомъ, парусномъ), или параллельно имъ (какъ въ коробчатомъ, сомкнутомъ). Но если нужно увеличить крѣпость свода по другому направленію, то дѣлаютъ это посредствомъ наружныхъ утолщеній или такъ называемыхъ *гуртовъ;* таковы показанные въ прежнихъ примѣрахъ діагональные гурты въ крестовомъ сводѣ. Подпружныя арки выводятся, или вмѣстѣ со сводомъ, какъ, напримѣръ, подпружныя дуги въ коробчатомъ сводѣ, или устраиваются прежде кладки самаго свода. Подпружныя арки необходимо должны устраиваться прежде сводовъ въ

томъ случаѣ, если онѣ служатъ пятами сводовъ; таковы, напримѣръ, арки между столбами для поддержанія парусннаго свода.

Положимъ, что надъ пространствомъ, даннымъ для покрытія, выведено въ разныхъ направленіяхъ нѣсколько отдѣльныхъ арокъ, которыя такъ упираются одна въ другую, что вся сѣть ими составленная находится въ равновѣсіи. Сѣть эта будетъ какъ бы остовомъ свода. Въ бокахъ или сверху каждой изъ этихъ арокъ приготовимъ пяты для принятія легкихъ сводовъ, которые и заполняютъ промежутки между арками. Такимъ образомъ получится сводъ, существенно отличающійся по устройству своему отъ римскихъ сводовъ. Это и есть, такъ называемая, готическая система устройства сводовъ.

Готическіе своды состоятъ изъ отдѣльныхъ арокъ, называемыхъ *ребрами* или *нервюрами* и изъ заполненій между ними, называемыхъ *запалубками*. Ребра, въ большей части готическихъ сводовъ, дѣлались изъ тесоваго камня, а запалубки — изъ кирпича или изъ мелкаго камня, удобно притесываемаго на мѣстѣ.

Вотъ условія устройства реберъ:

1) Они должны составлять столь густую сѣть, чтобы промежутки между ними возможно было закладывать очень плохими сводиками или даже плитами.

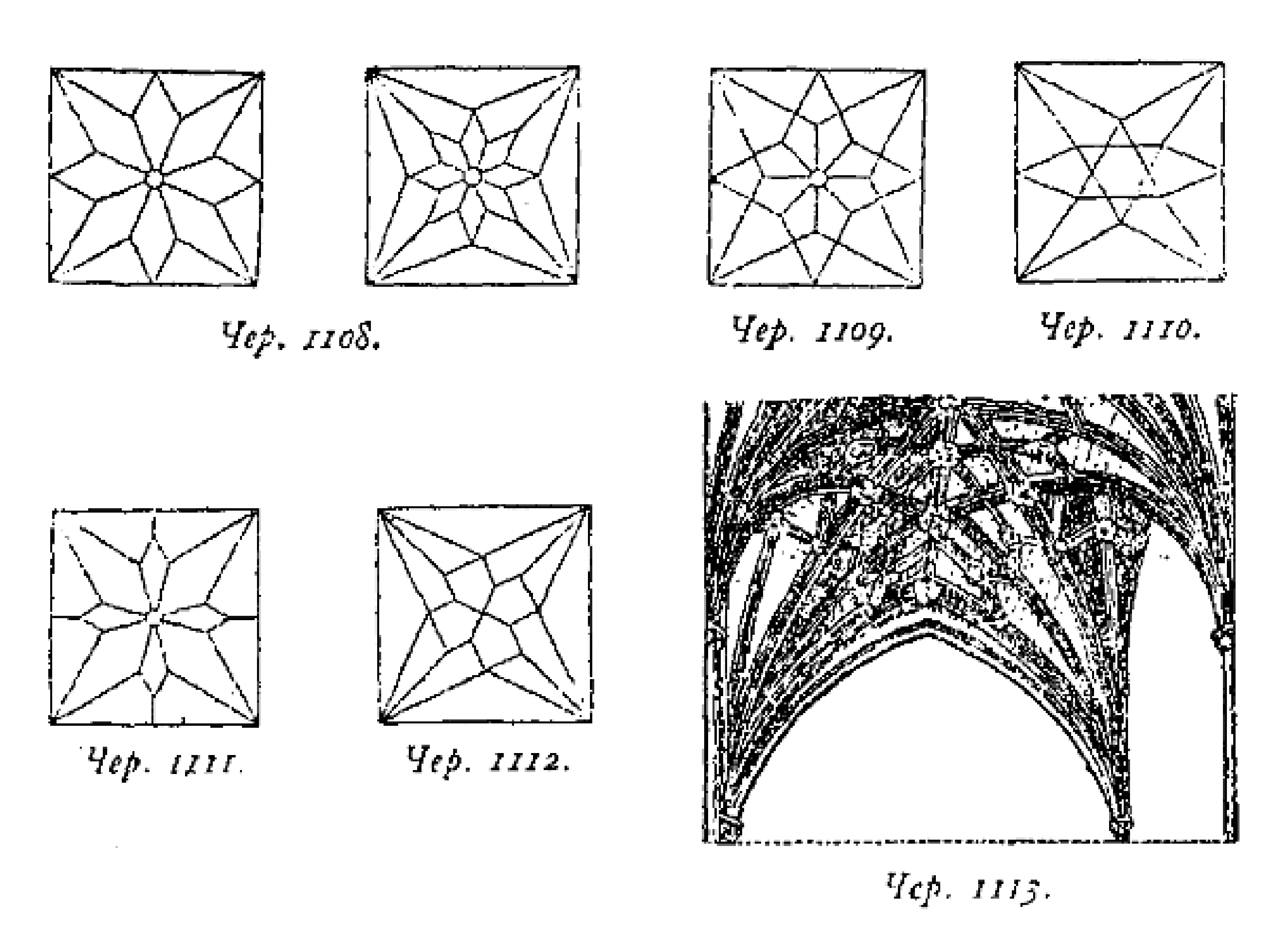
2) Формы арокъ должно избирать такія, чтобы техническое исполненіе ихъ было сколь возможно проще.

3) Расположеніе реберъ въ планѣ должно быть такое, чтобы арки, упираясь однѣ о другія, находились въ равновѣсіи.

Для удовлетворенія перваго условія, необходимо соразмѣрять число реберъ съ величиною свода. Чѣмъ болѣе размѣры свода, тѣмъ сложнѣе должна быть сѣть. Для облегченія по возможности устройства реберъ, надобно обратить вниманіе на то, что затрудненіе въ устройствѣ ихъ можетъ происходить: 1) или отъ труднаго начертанія кружалъ, или 2) отъ сложной тески камней, составляющихъ ребра. И то и другое затрудненіе значительно облегчится, если принять, что всѣ ребра составляютъ части дугъ круга. Теску камней упрощаютъ, употребляя, такъ называемые, *узловые ключи*, въ которые съ разныхъ сторонъ упираются ребра; и всѣ ребра имѣютъ форму простыхъ цилиндрическихъ арокъ. На-

конецъ, условіе равновѣсія сѣти реберъ удовлетворяется симметрическимъ расположеніемъ (звѣздообразно) всѣхъ реберъ въ закрываемомъ пространствѣ.

При соблюденіи всѣхъ этихъ условій, легко придумать множество различныхъ расположеній реберъ и ихъ изгибовъ, чер. 1107—1112 и 1113 (текстъ). Отъ этого происходитъ разнообразіе сводовъ, бывшихъ въ употребленіи во время процвѣтанія готическаго стиля. Мы не будемъ входить въ подробный разборъ ихъ начертанія, но приведемъ только



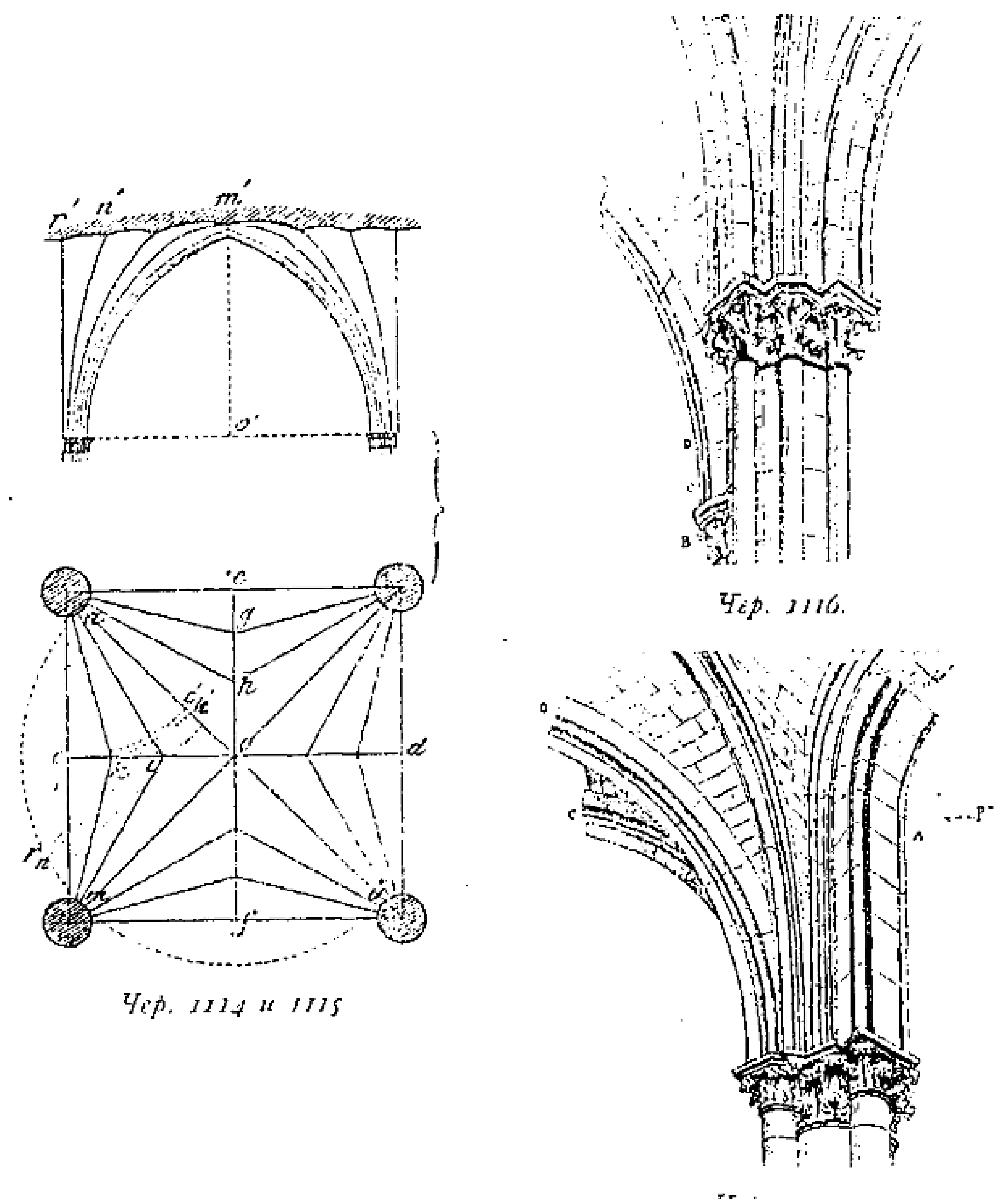
Чер. 1108. *Чер. 1109.* *Чер. 1110.*

Чер. 1111. *Чер. 1112.* *Чер. 1113.*

нѣсколько примѣровъ его, выбирая для этого такіе, которые могутъ показать, сколь возможно проще и яснѣе способъ построенія готическихъ сводовъ.

b) *Примѣръ I.* Положимъ, что дано построить готическій сводъ надъ квадратною площадью, при условіи, чтобы всѣ ребра были отрѣзками одной и той-же кривой и представляли дуги касательныя къ линіи столба. Изъ приведеннаго выше описанія сводовъ легко замѣтить, что этому условію удовлетворяютъ вѣерные своды. Стало быть, при рѣшеніи нашей задачи, надо слѣдовать правиламъ начертанія вѣернаго свода.

На діагонали, ab, чер. 1114 и 1115 (текстъ), начертимъ полукругъ; расположимъ ребра, которыя всѣ будутъ отрѣзками этой кривой, по направленію линій, выходящихъ отъ оси столба a въ точки e, g, h, o, i, k, c, и для связи этихъ линій



Чер. 1114 и 1115

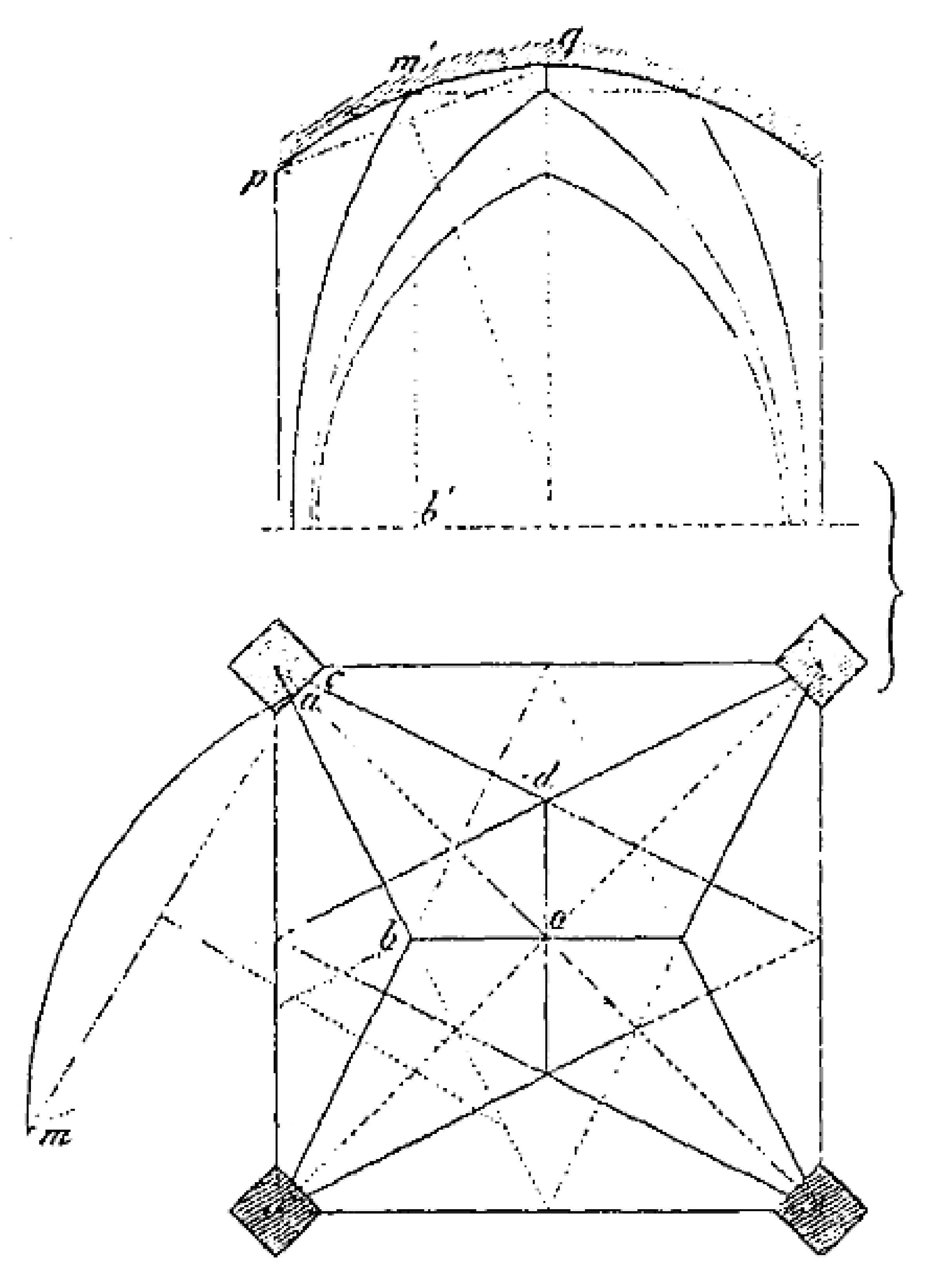
Чер. 1116.

Чер. 1117.

проведемъ ребра по линіямъ cd и ef; такимъ образомъ опредѣлится планъ свода.

Для опредѣленія разрѣза и настоящей величины всѣхъ реберъ будемъ продолжать дѣйствіе слѣдующимъ образомъ. Высота средины свода находится на разстояніи $o'm'=om$ отъ

плоскости началъ; высота точки r'—на разстояніи rc'; точки n — на разстояніи $k'n$, и т. д. Настоящая величина ребра, идущаго отъ столба до точки c, будетъ дуга ar; ребра ak—дуга an и т. д.; въ разрѣзѣ проекціи кривыхъ опредѣляются по способу ордонатъ. Настоящая величина ребра cd видна на разрѣзѣ. Замѣтимъ здѣсь-же:



Чер. 1118 и 1119.

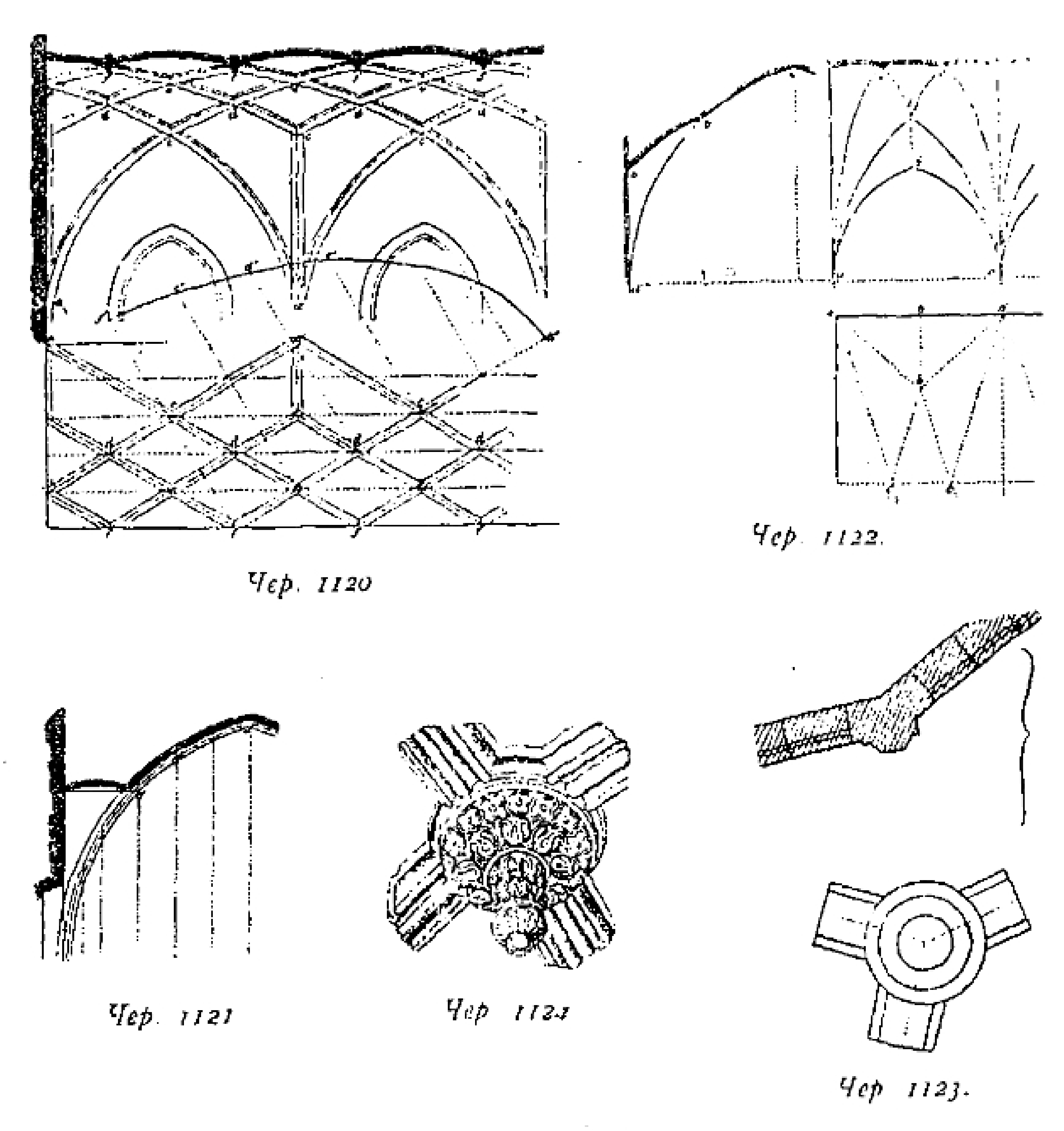
a) Что ребра свода обыкновенно продолжаются внизъ по столбу, образуя на немъ полуколонки, чер. 1116 (текстъ).

b) Что каптель столба состоитъ изъ совокупленія капителей каждой колонки и, наконецъ,

c) Что столбъ представляется въ видѣ группы колоннъ, чер. 1116 и 1117 (текстъ).

Примѣръ II. Начертимъ готическій сводъ при данныхъ: направляющей по щекамъ свода; величинѣ поднятія діагоналей надъ щеками (вспарушеніе) и плану сѣти. Кромѣ того требуется, чтобы всѣ ребра были дуги круговъ, имѣющихъ свои центры на плоскости началъ.

Начертимъ планъ сѣти, форму арки въ щекѣ и зададимъ



Чер. 1120

Чер. 1122.

Чер. 1121

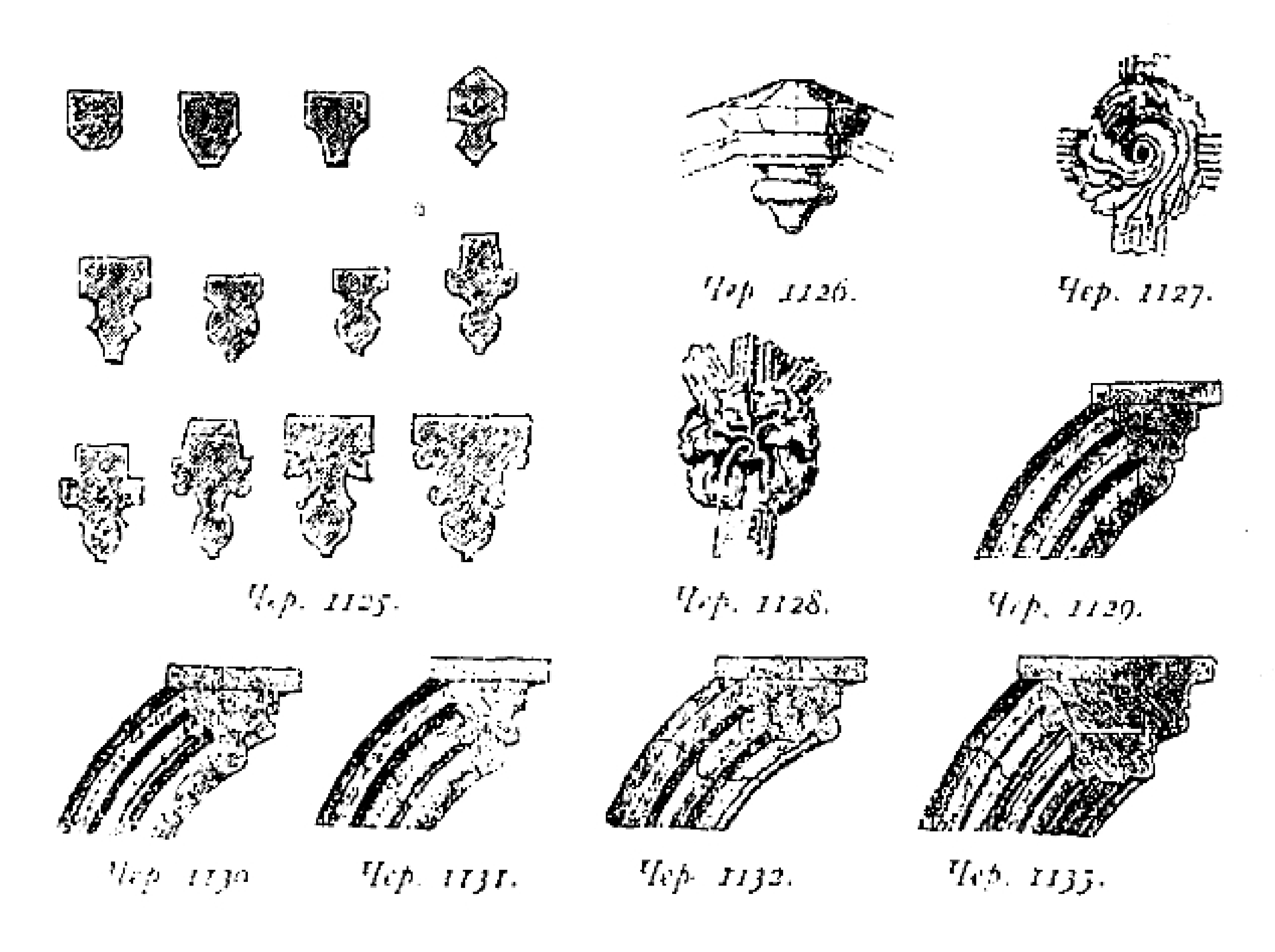
Чер. 1124

Чер. 1123.

подъемъ средины свода, чер. 1118 и 1119 (текстъ), чрезъ данныя точки *p* и *q* проведемъ дугу круга, которой центръ находится на плоскости началъ; дуга *pq* изобразитъ пересѣченіе свода съ плоскостью разрѣза. Для опредѣленія кривой *ab*, вообразимъ ее совмѣщенною съ плоскостью началъ; высота точки *m* надъ линіею *ab* равняется линіи *b'm'*. Чрезъ

a и *m* проведемъ дугу круга, которой бы центръ находился на продолженіи линіи *ab*; она представитъ настоящую величину ребра *ab*. Ребро *cd* одинаково съ предъидущимъ. Настоящая величина ребра *bo* дана на разрѣзѣ. Проекціи кривыхъ опредѣляются по способу ордонатъ.

Чер. 1120, 1121 и 1122 (текстъ) изображаютъ виды сводовъ, устроенныхъ при тѣхъ-же условіяхъ, какъ и предъидущій сводъ, но только при другомъ планѣ сѣти. На чер. 1123



Чер. 1125. Чер. 1126. Чер. 1127. Чер. 1128. Чер. 1129. Чер. 1130. Чер. 1131. Чер. 1132. Чер. 1133.

(текстъ) показаны детали устройства реберъ, а на чер. 1124— видъ *узловаго камня,* который сдѣланъ выдающимся внизъ; камни подобной формы называются *висячими ключами.*

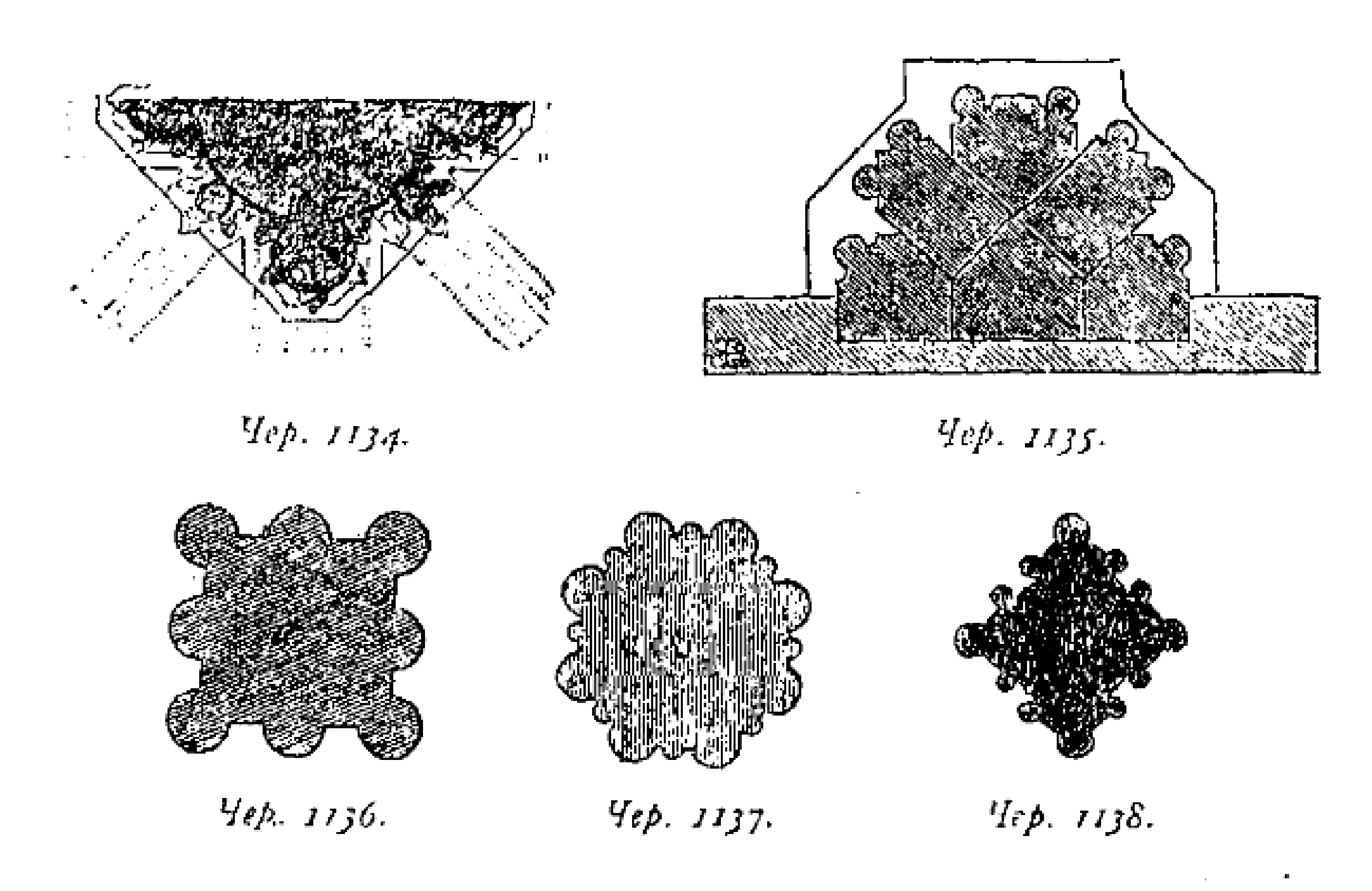
Чер. 1125, 1126, 1127 и 1128 (текстъ) изображаютъ висячіе ключи другихъ формъ; чер. 1129—1133 (текстъ)—различные профили реберъ.

Столбы, поддерживающіе своды, бываютъ гладкіе, на подобіе колоннъ, какъ это уже было замѣчено выше, чер. 1116, 1117, 1134 и 1135 (текстъ). Ядро столбовъ, чер. 1136— 1138 ib., обыкновенно квадратное, или квадратное, поставленное наискось или, наконецъ, круглое. Стѣны, заполня-

ющія щеки сводовъ, дѣлались очень легкія; для противудѣйствія распору сводовъ, къ наружной сторонѣ стѣнъ пристраивали контрфорсы (быки) или прислоняли упорныя арки.

Чер. 1139 ib., представляетъ примѣръ готическаго свода, изображенный въ изометрической проекціи.

Изъ системы устройства этихъ сводовъ видно, что стрѣлка (ogive), составляющая отличительную черту готическаго



Чер. 1134. *Чер. 1135.*

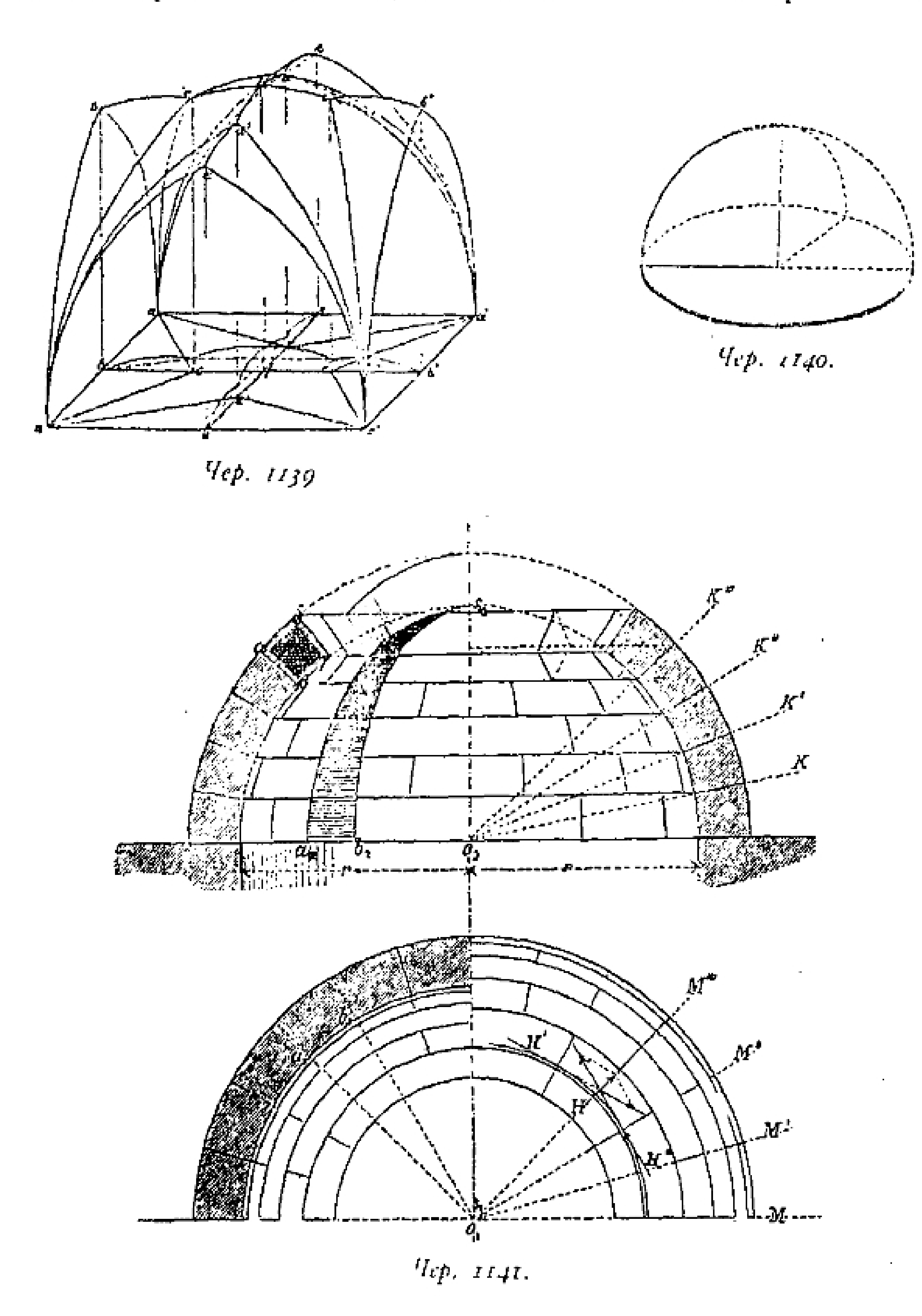
Чер. 1136. *Чер. 1137.* *Чер. 1138.*

стиля, есть прямое слѣдствіе особенной системы сводовъ, принятой строителями среднихъ вѣковъ.

§ 89. **Куполы.** а) Пространство, ограниченное цилиндрическою стѣною покрывается *куполомъ*, т. е. такимъ сводомъ, у котораго внутренняя поверхность имѣетъ форму *поверхности вращенія,* чер. 1140 (текстъ). Цилиндрическая опорная стѣна имѣетъ обыкновенно въ планѣ форму круга, а иногда, впрочемъ очень рѣдко, эллипса. Сомкнутый сводъ на многоугольномъ основаніи (напримѣръ 8-ми угольномъ и болѣе) имѣетъ много сходства въ формѣ съ куполомъ; по этой причинѣ, сомкнутые своды подобнаго рода называются иногда *многогранными куполами.*

Форма и разрѣзка купола на круговомъ основаніи показаны на чер. 1141 (текстъ).

Начертимъ производящую купола и обращая ее мысленно около вертикальной осп, возставленной изъ центра основа-



Чер. 1139

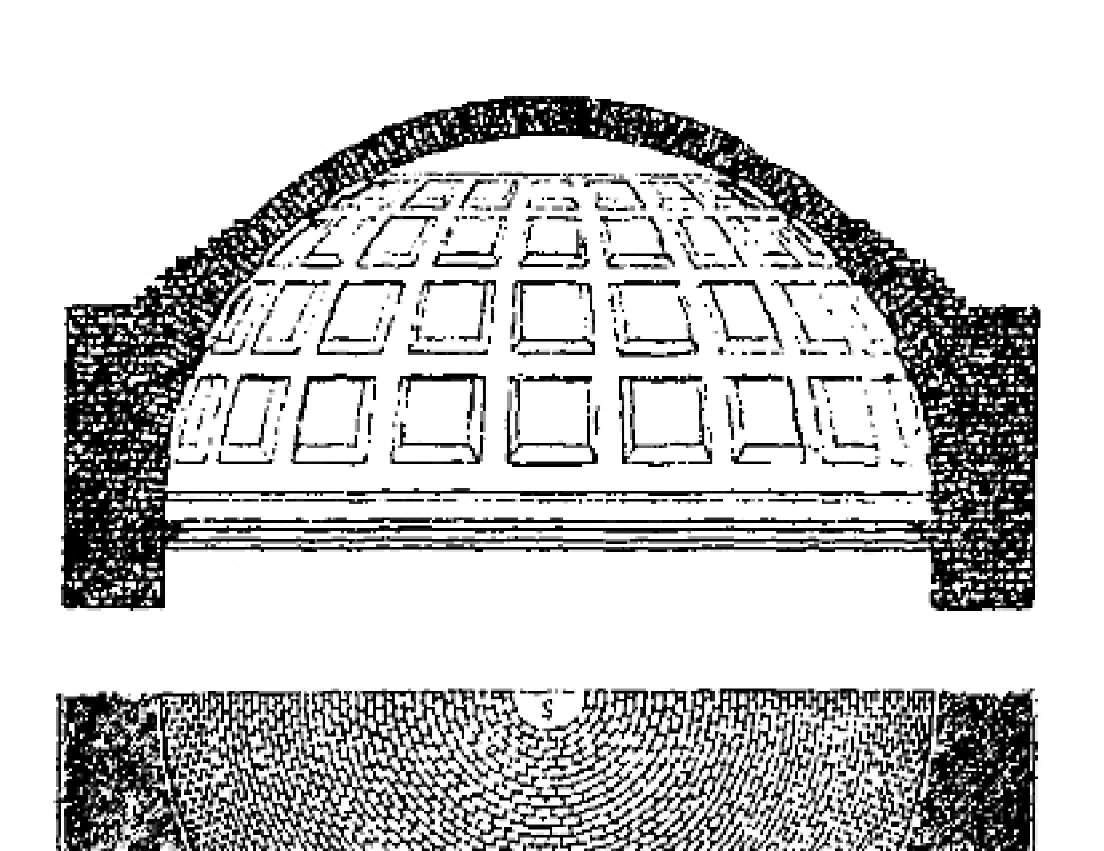
Чер. 1140.

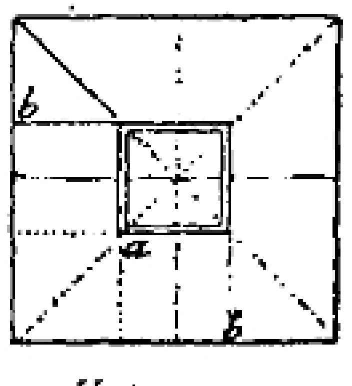
Чер. 1141.

нія *o*, образуемъ поверхность вращенія, которая будетъ изображать внутреннюю поверхность купола. Раздѣлимъ кри-

вую — на нечетное число равныхъ частей, возставимъ въ этихъ точкахъ къ кривой нормальныя и примемъ ихъ за производящія круговыхъ конусовъ, у которымъ ось будетъ тоже отвѣсная линія, возставленная въ точкѣ *o*; — это сопрягающія поверхности. Конусы пересѣкутся съ внутреннею поверхностью въ круговыхъ линіяхъ и образуютъ пояса или кольцевыя ребра свода.

Стыки клиньевъ располагаются въ перевязку, а ключъ долженъ состоять изъ цѣльнаго камня, чер. 1142 и 1143





Чер. 1144

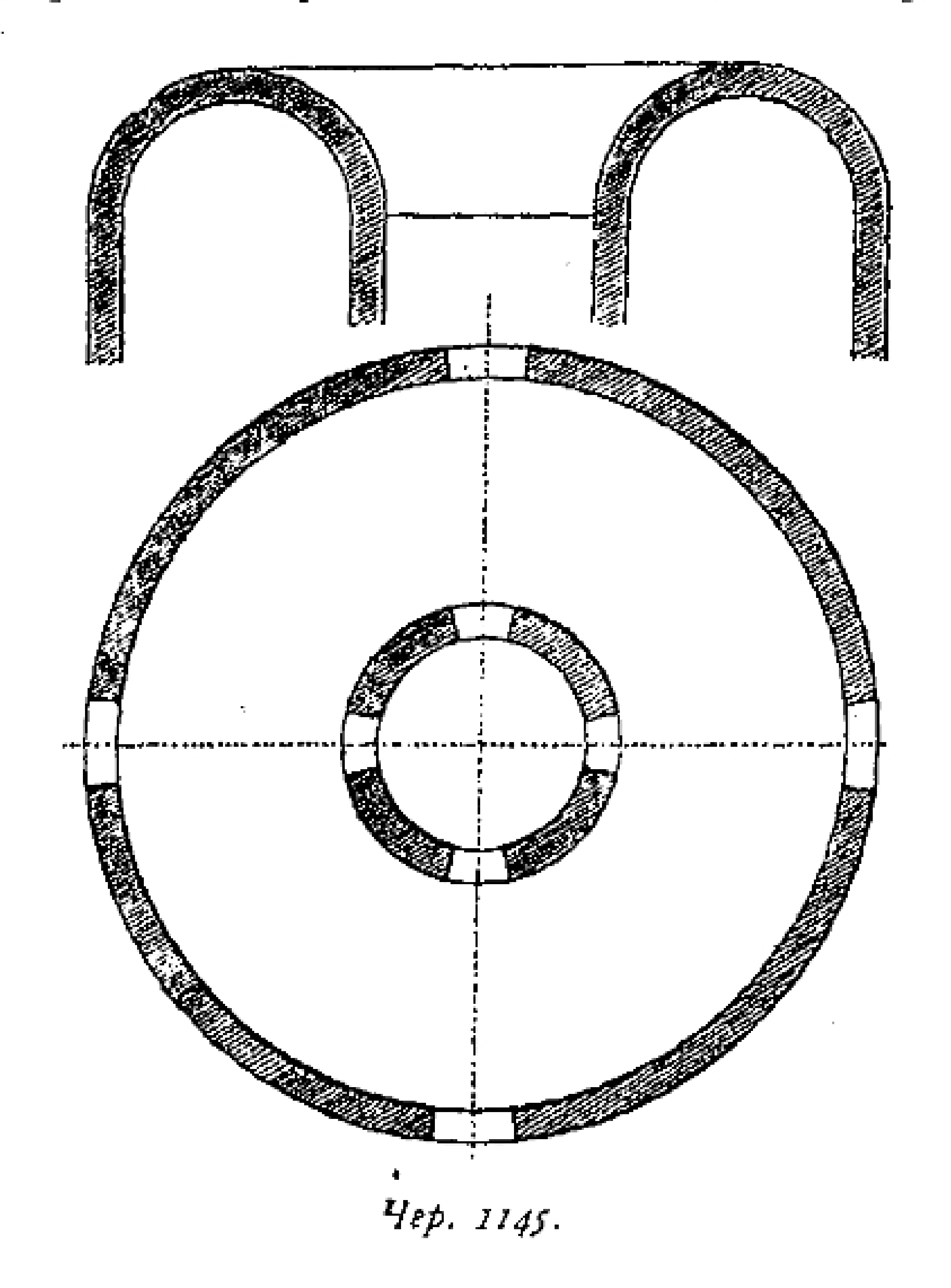
Чер. 1142 и 1143

(текстъ). Наружной поверхности свода даютъ также форму поверхности вращенія или располагаютъ ее цилиндрическими уступами.

Замѣтимъ, что если въ куполѣ вынуть ключъ, то сводъ не разрушится, потому что поясъ клиньевъ, непосредственно лежащій подъ ключемъ, составляетъ полное кольцо, которое можетъ замѣнить собою ключъ. По снятіи этого кольца, сводъ также останется въ равновѣсіи; подобное свойство купола позволяетъ устраивать въ вершинѣ его отверстія

произвольныхъ размѣровъ, не уменьшающія нисколько устойчивости свода, а это доставляетъ чрезвычайно удобный способъ освѣщенія купола сверху. Цилиндрическій и сомкнутый своды также иногда освѣщаются сверху, но въ нихъ вмѣсто вынутыхъ клиньевъ вставляется рама (обыкновенно чугунная), которая принимаетъ на себя давленіе полосъ свода, чер. 1144 (текстъ).

b) Сводъ, у котораго внутренняя поверхность есть поверхность вращенія, произведенная движеніемъ кривой около

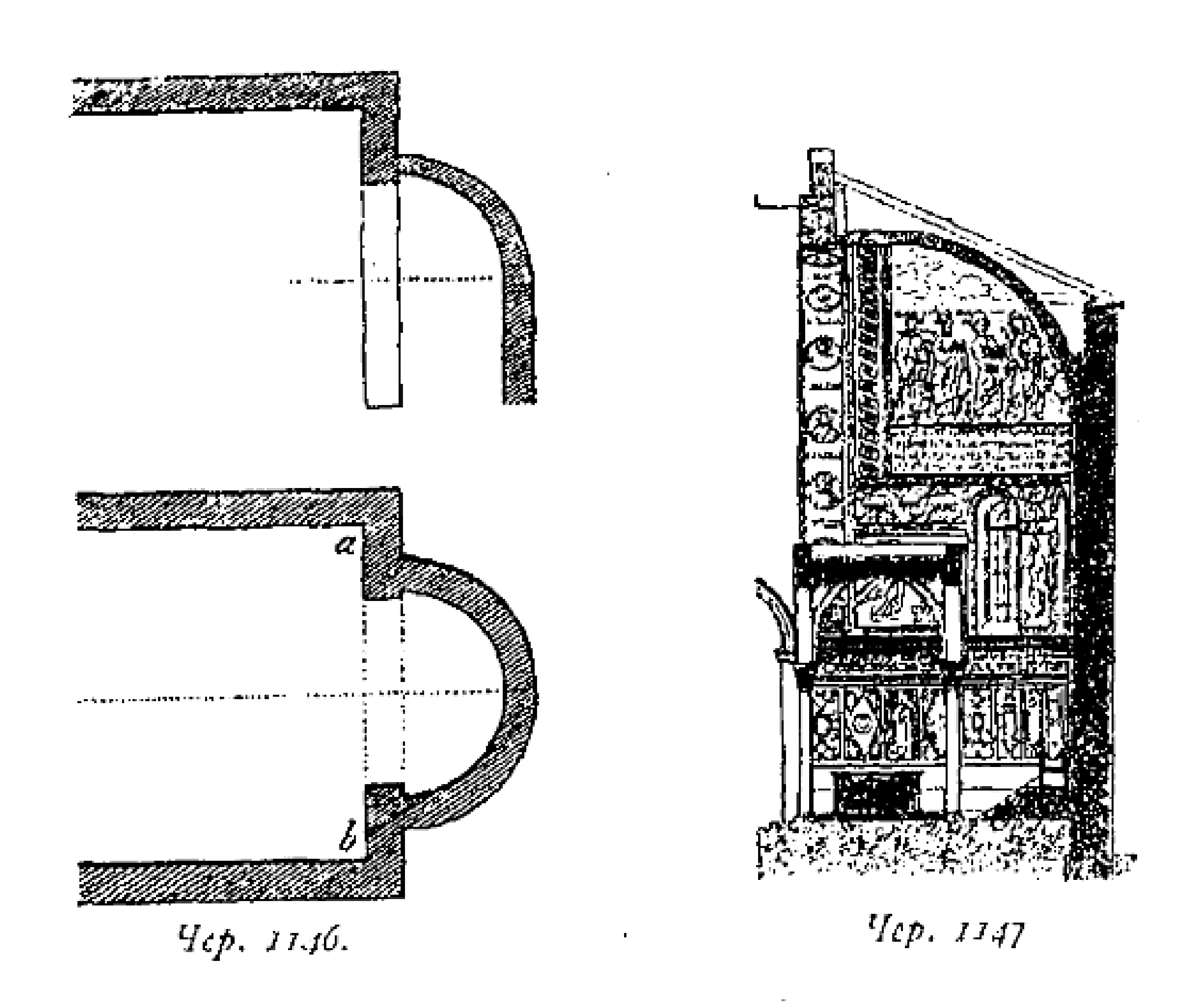


Чер. 1145.

оси, взятой внѣ ея, называется кольцевымъ сводомъ, чер. 1145 (текстъ).

c) Полукуполъ есть стволъ, служащій для покрытія *трибунъ,* т. е. полукруглыхъ построекъ, чер. 1146 (текстъ). Для прочности полукупола надобно, чтобы открытая часть его опиралась или на стѣну или на другой сводъ, имѣющій одинаковую направляющую съ производящею купола, т. е. такъ,

чтобы полукуполъ составлялъ продолженіе этого другого (обыкновенно цилиндрическаго) свода. Въ показанныхъ примѣрахъ, чер. 1146, 1147 и 1148 (текстъ), полукуполъ опирается на стѣну, которая должна имѣть устойчивость, достаточную для противудѣйствія горизонтальному давленію купола. Подобное расположеніе употребляется весьма часто въ церквахъ, но оно удобно только въ такомъ случаѣ, если, вслѣдствіе сильной связи клиньевъ растворомъ, полукуполъ



Чер. 1146. Чер. 1147

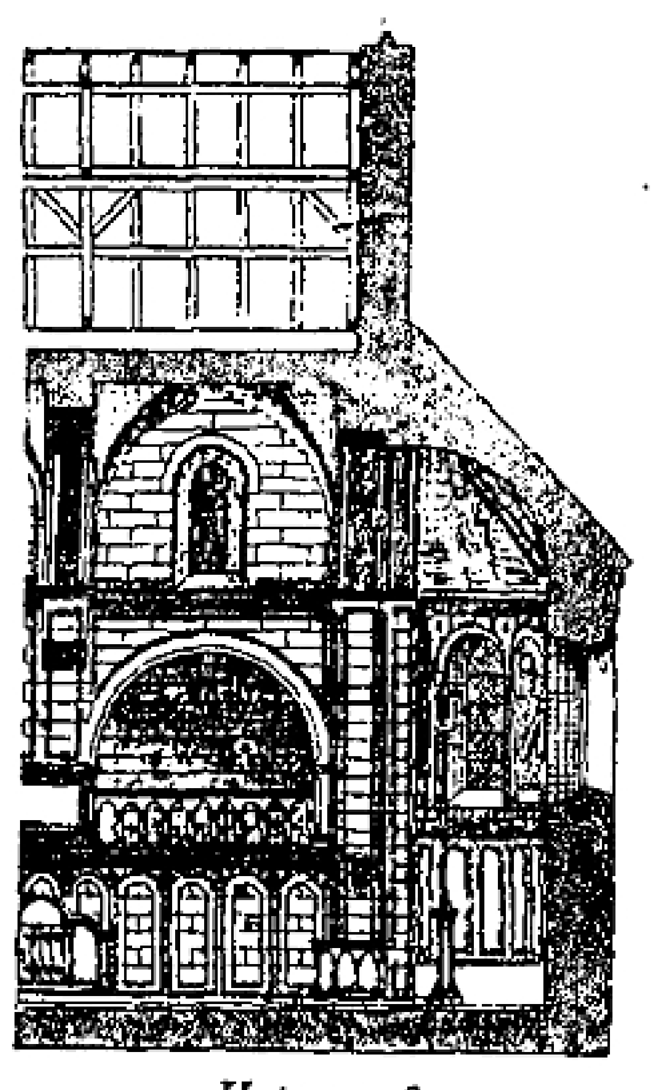
не опирается или слабо опирается на стѣну. Ниши покрываютъ часто полукуполомъ, чер. 1149 (текстъ), прочность этого покрытія зависитъ отъ силы сцѣпленія клиньевъ между собою и съ массою стѣны, облегчающей сводъ.

Куполъ составляетъ одинъ изъ самыхъ лучшихъ способовъ покрытій. Красивѣйшими куполами считаются *куполы полные*, т. е. произведенные движеніемъ полукруга. Дабы вмѣстимость, покрытая куполомъ, не казалась подавленною своимъ покрытіемъ, обыкновенно слѣдуютъ правилу, *чтобы высота опорныхъ стѣнъ не была менѣе подъема или радіуса купола*. Въ римскомъ стилѣ, куполы употреблялись очень

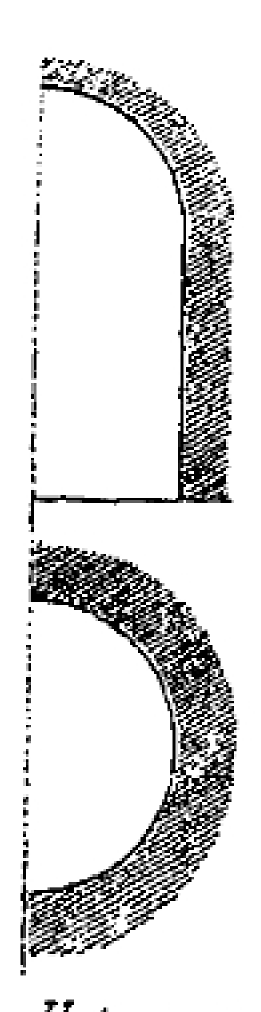
часто и свойственное имъ украшенie составляли ящики. Въ готическомъ стилѣ куполы и полукуполы имѣли основанiя многоугольныя.

На востокѣ куполъ составлялъ одно изъ древнѣйшихъ способовъ покрытiя не только значительныхъ зданiй, но и обыкновенныхъ комнатъ.

Въ византiйскомъ стилѣ, куполы — полные и плоскiе, и



Чер. 1148.


Чер. 1149.

полукуполы составляютъ обыкновенное покрытiе церквей, залъ и т. п.

d) Куполамъ можно съ полною увѣренностью давать одинаковую толщину съ коробчатыми сводами тѣхъ-же измѣренiй.

Толщина купольнаго свода, обыкновенно:

при пролетѣ — до	12 — 13 до	18 — 19 до	24 — 25 —	30 футъ
въ замкѣ	1/2	1	1	1 1/2 кирпича
въ пятахъ	1/2	1	1 1/2	2 кирпича

Куполы могутъ быть разсматриваемы, какъ сомкнутые своды о безконечно-большомъ числѣ сторонъ: слѣдовательно, толщина опоръ, опредѣленная для коробчатаго свода, слишкомъ достаточна для размѣра опоръ купола. Но такъ какъ круглыя стѣны сами по себѣ представляютъ зна-

чительную степень устойчивости и такъ какъ каждая точка у пятъ купола можетъ быть разсматриваема какъ уголъ сомкнутаго свода, то изъ этого слѣдуетъ, что толщина опоръ купола можетъ быть значительно уменьшена, въ сравненіи съ толщиною устоевъ коробчатаго свода. По правилу Рондле, ей должно давать половину толщины коробчатаго свода того-же отверстія; въ практикѣ опорамъ полнаго купола дается $^1/_{10}$ діаметра его.

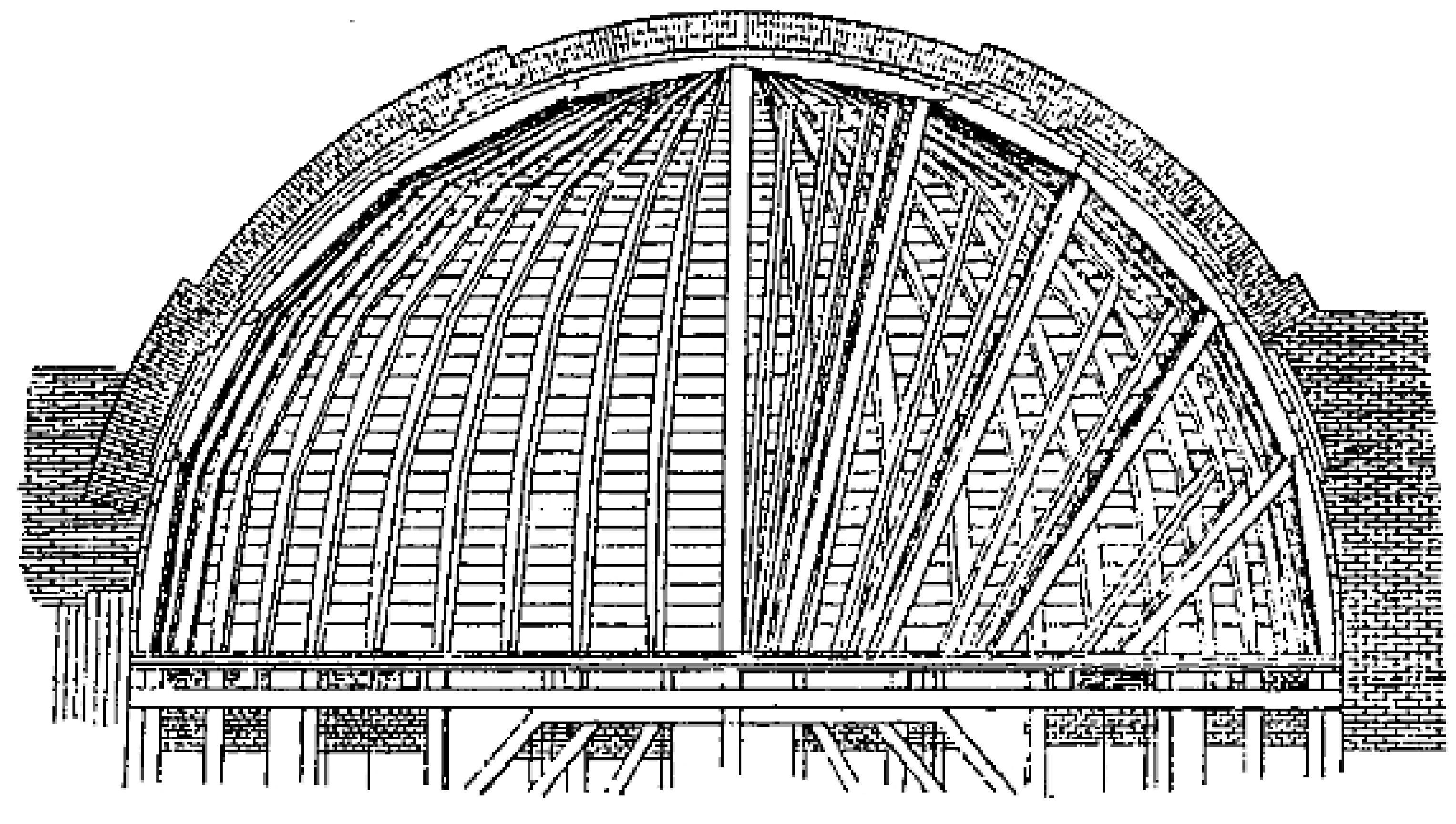
По „Hütte".

Внутренняя поверхность купола:

$$L = a^2\pi\left(\sqrt{2} - 1\right);$$

объемъ, ограничиваемый сводомъ:

$$V = \frac{a^3\pi}{12}\left(5 - 2\sqrt{2}\right)$$

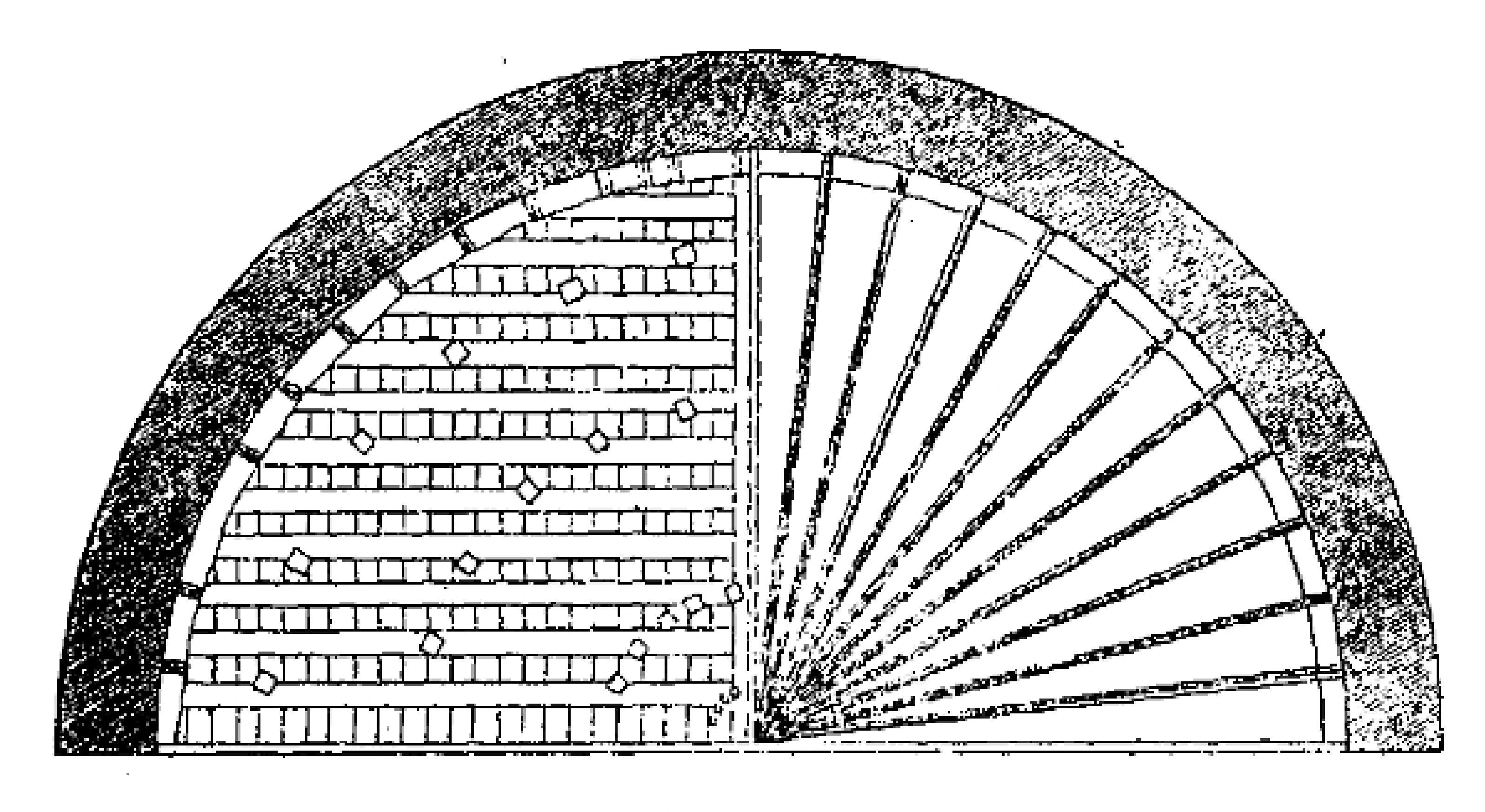


Чер. 1150.

Кружала для куполовъ дѣлаются обыкновенно легче, чѣмъ для другихъ сводовъ, во-первыхъ, потому, что сравнительно съ цѣлою массою купола, только незначительная часть кладки (лежащая выше слабыхъ точекъ) нуждается въ подпорѣ и во вторыхъ, каждый горизонтальный рядъ кирпичей, будучи разъ сомкнутъ, не требуетъ никакой подпоры. У насъ купола, употребляемые почти исключительно въ церквахъ, имѣютъ значительные размѣры и устраиваются съ особымъ тщаніемъ; поэтому для нихъ приготовляютъ полную опалубку.

На чер. 1150 и 1151 (текстъ) изображено устройство кружалъ для купола, имѣющаго въ діаметрѣ 7 саж. Всѣ ребра и разстрѣлины упираются на полъ, который составленъ здѣсь изъ двухъ рядовъ досокъ взаимно-перпендикулярныхъ. Всѣ кружальныя ребра должны упираться верхнимъ своимъ концомъ на стойку. Для увеличенія площади верхняго конца стойки, прибавляютъ къ ней нѣсколько рядовъ досчатыхъ кружковъ, чер. 1152 (текстъ).

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ на югѣ Европы устраиваютъ куполы, обыкновенно только по одному лекалу, которое удобно



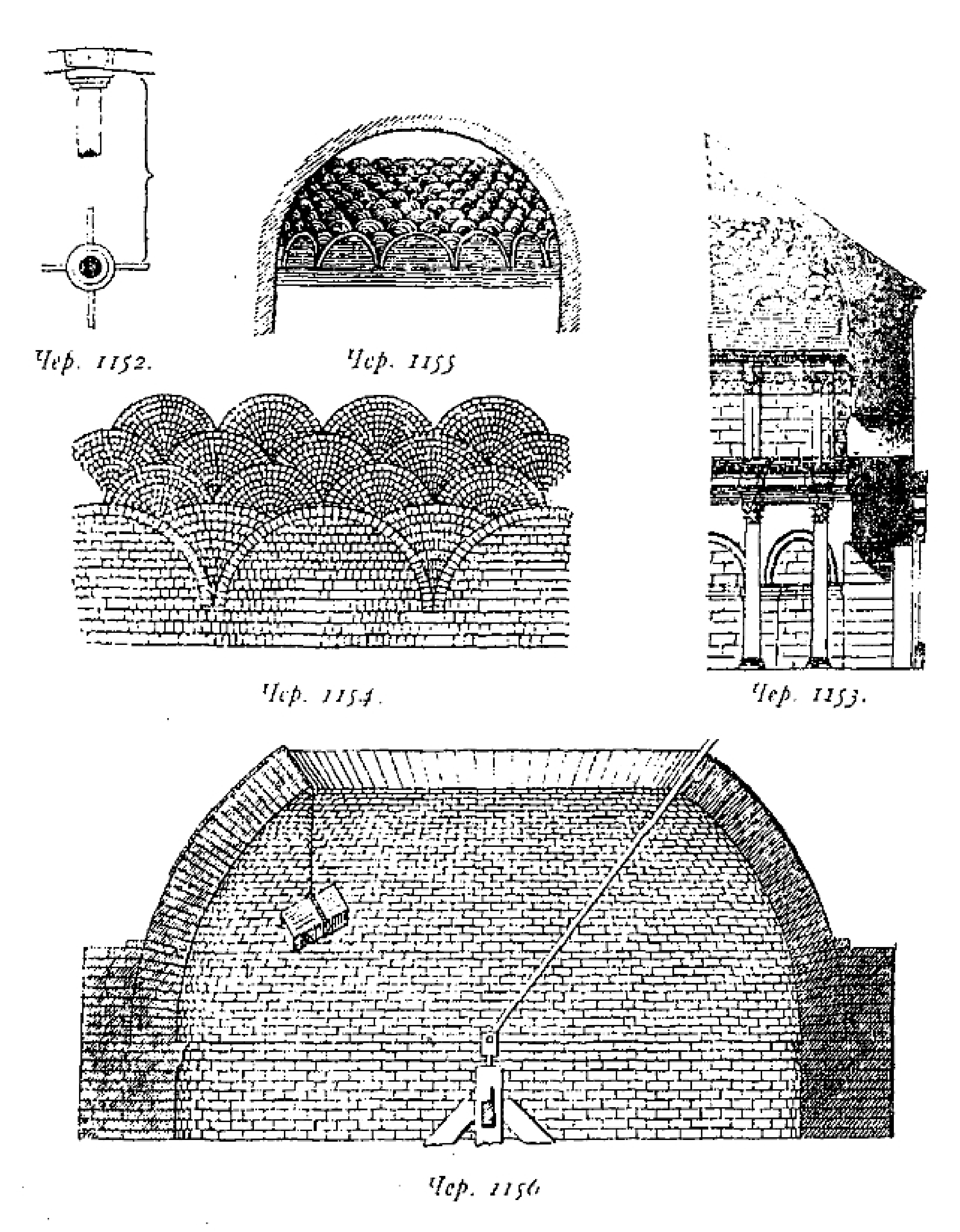
Чер. 1151.

вращается около оси, укрѣпленной по срединѣ свода. Ящики (кессоны) кладутъ въ этомъ случаѣ по приготовленнымъ заранѣе шаблонамъ, подобно тому, какъ при устройствѣ различныхъ углубленій въ вертикальныхъ стѣнахъ. Въ этомъ случаѣ весьма выгодно употреблять древнюю чешуйчатую кладку, чер. 1153—1155 (текстъ). Обыкновенная кирпичная кладка куполовъ показана на чер. 1142 и 1143 (текстъ).

На востокѣ, гдѣ купола составляютъ обыкновенное покрытіе жилыхъ комнатъ, для ихъ кладки употребляется еще простѣйшій способъ, чер. 1156 (текстъ).

Прутъ, укрѣпленный однимъ концемъ въ центрѣ шара, означаетъ, посредствомъ замѣтки, сдѣланной у другого конца, форму внутренней поверхности, а своимъ направленіемъ—ли-

нія нормальныя къ шару. Если кирпичи у вершины свода до сомкнутія кольца не держатся одною липкостью раствора, то



Чер. 1152.

Чер. 1155

Чер. 1154.

Чер. 1153.

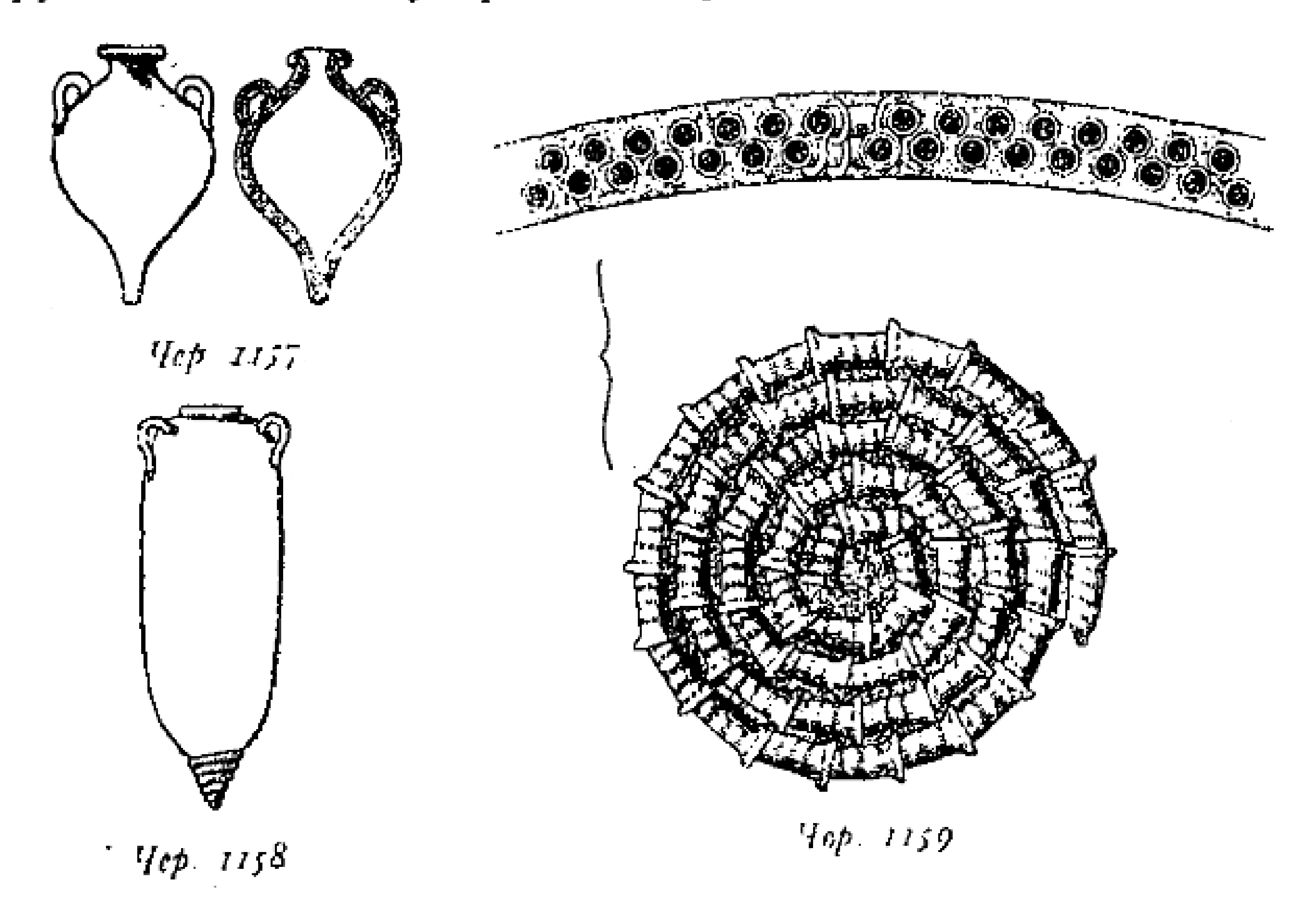
Чер. 1156

ихъ удерживаютъ посредствомъ прижимныхъ веревокъ, къ концамъ которыхъ привѣшены кирпичи.

Весьма легкій куполъ церкви св. Виталія въ Равеннѣ сложенъ изъ горшковъ особенной формы. Въ этомъ куполѣ

часть сложена изъ пустыхъ гончарныхъ горшковъ, имѣющихъ форму (амфоръ) сосудовъ, въ которыхъ римляне хранили вино, чер. 1157 (текстъ), а остальная часть изъ такихъ-же пустыхъ, по цилиндрической формы горшковъ, чер. 1158 текстъ). Промежутки между пустотѣлыми гончарами заливались цементомъ; способъ укладки горшковъ показанъ на чер. 1159 и 1160 (текстъ).

§ 90. Церковные куполы. a) Въ нѣкоторыхъ полныхъ парусныхъ сводахъ, устроенныхъ римлянами, замѣтно отступ-



Чер. 1157

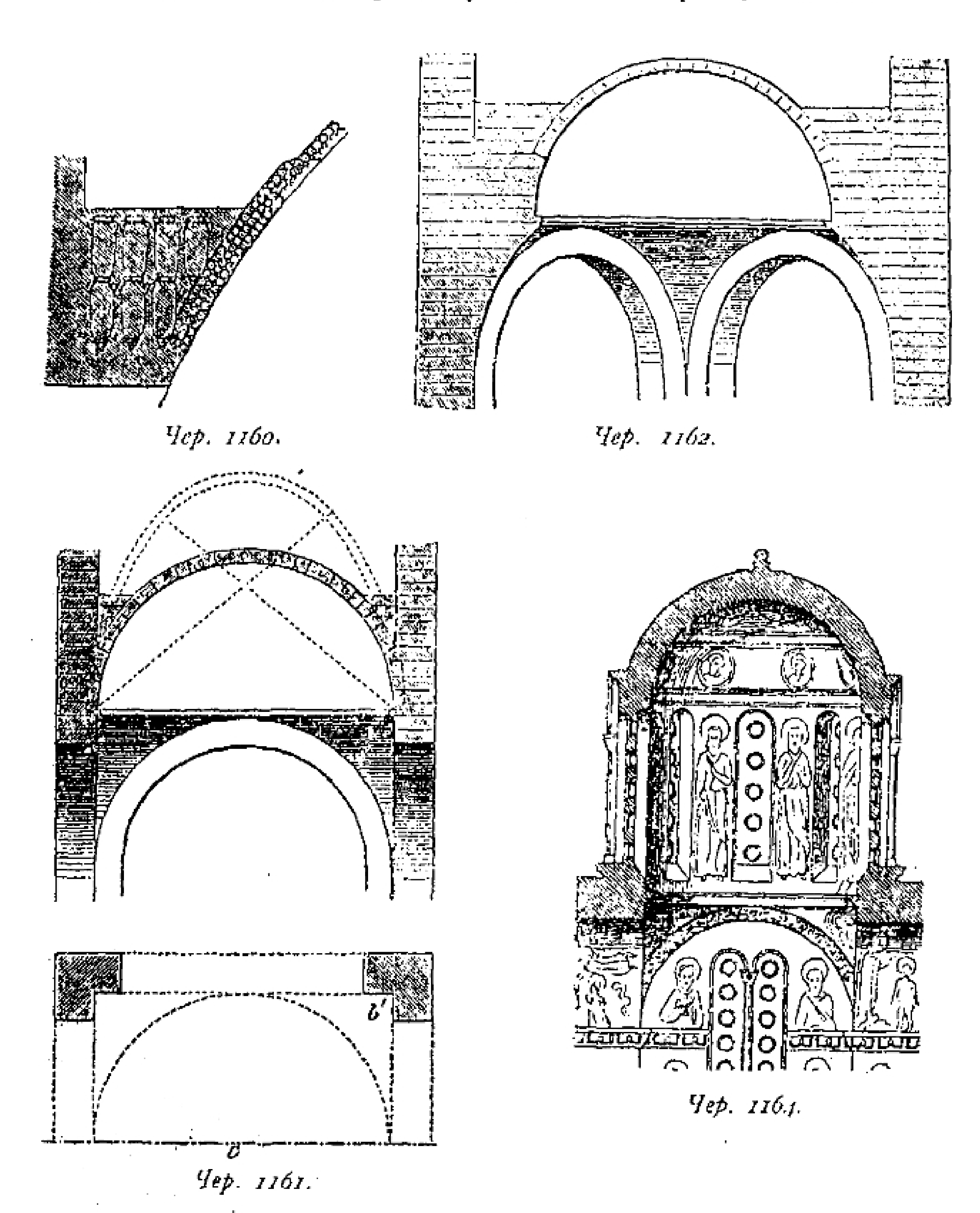
Чер. 1158

Чер. 1159

леніе отъ правильной формы этихъ сводовъ. Оно состоитъ въ томъ, что скуфья, не образуя одной поверхности съ треугольными парусами состоитъ, напротивъ, изъ сегмента такого шара, у котораго центръ взятъ выше плоскости началъ, чер. 1161 и 1162 (текстъ).

При сооруженіи Софійскаго собора, въ Константинополѣ, былъ устроенъ подобнаго рода сводъ въ огромныхъ размѣрахъ. Чер. 1163 (текстъ) представляетъ этотъ сводъ: онъ состоитъ изъ плоскаго купола, поставленнаго на четырехъ треугольныхъ парусахъ, которые посредствомъ четырехъ подпружныхъ арокъ опираются на четыре столба или *пилона*. Куполъ этотъ покрываетъ средину церкви. Для освѣщенія,

какъ средины церкви, такъ и самого свода, въ куполѣ сдѣланы окна въ видѣ распалубокъ. По образцу Софійскаго



Чер. 1160.

Чер. 1162.

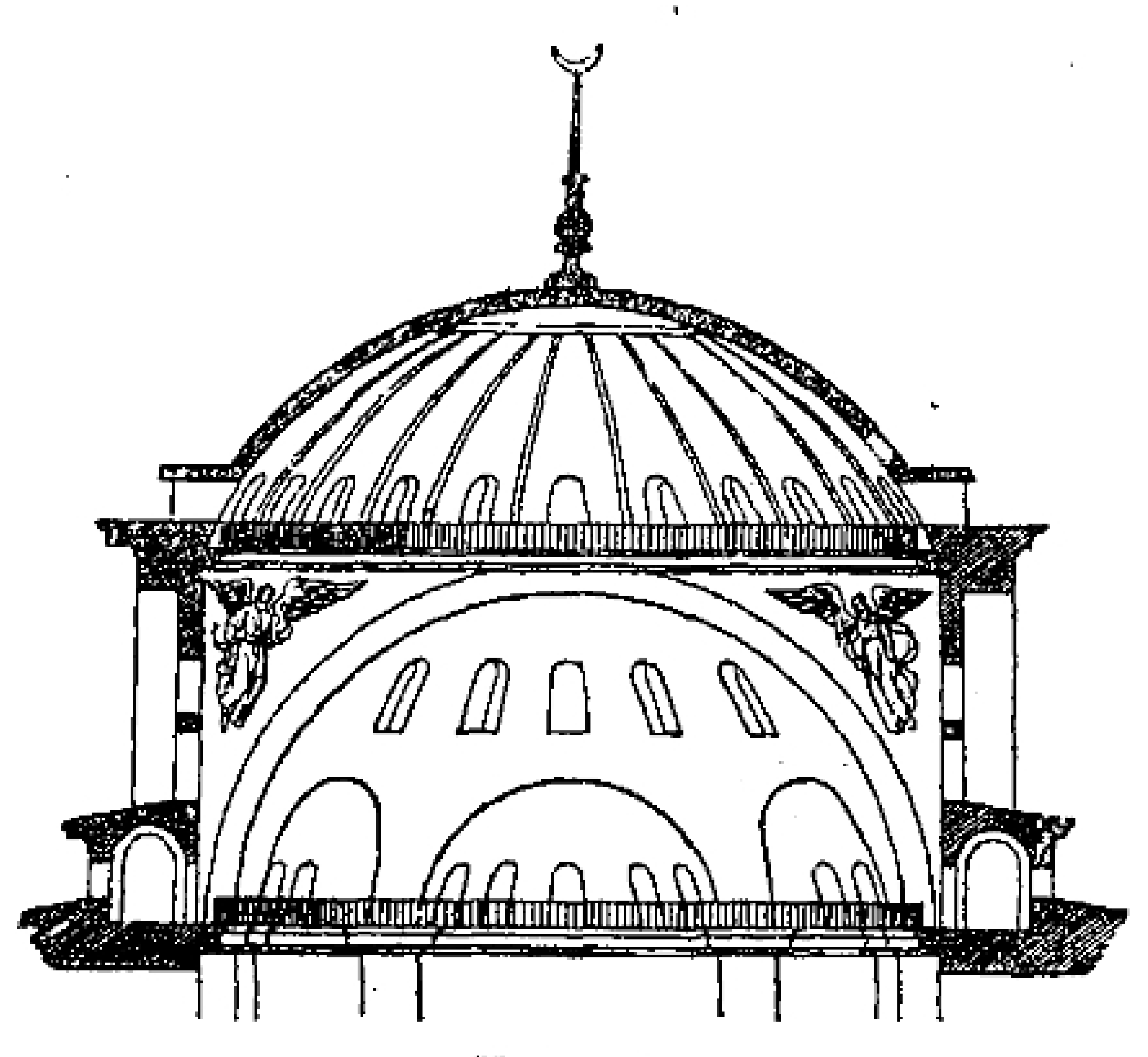
Чер. 1161.

Чер. 1164.

собора, на востокѣ начали строить не только христіанскія церкви, но также и мусульманскія мечети. Вотъ причина, по которой своды этого рода распространились на востокѣ

и составили какъ-бы необходимую принадлежность церквей православнаго вѣроисповѣданія. Но впослѣдствіи форма этого свода нѣсколько измѣнилась. Чтобы облегчить освѣщеніе средины церкви и придать внутренности и наружности ея форму, *стремящуюся вверхъ*, между парусами и куполомъ вставили цилиндрическую стѣну или такъ называемый *барабанъ*, чер. 1164 и 1165 (текстъ).

Окна, помѣщенныя въ немъ, проливаютъ обильный свѣтъ



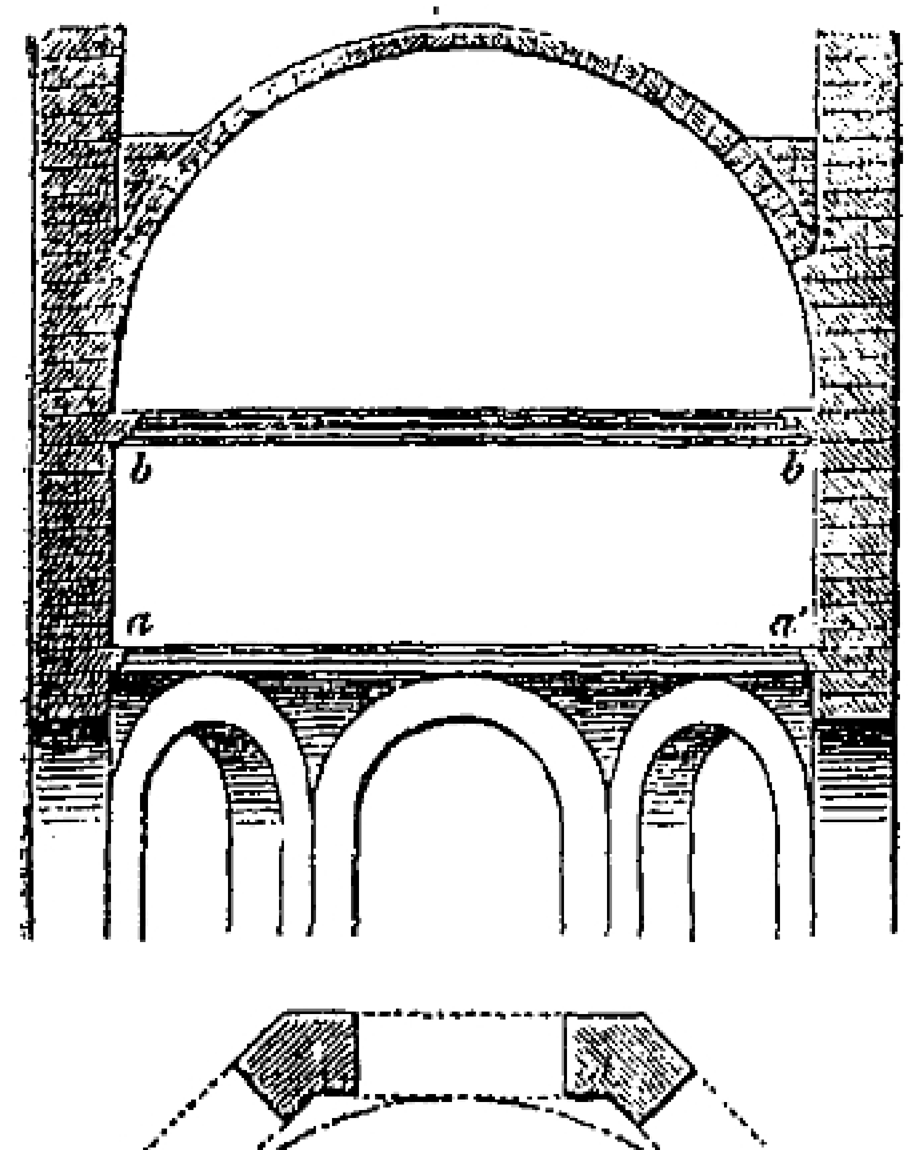
Чер. 1163.

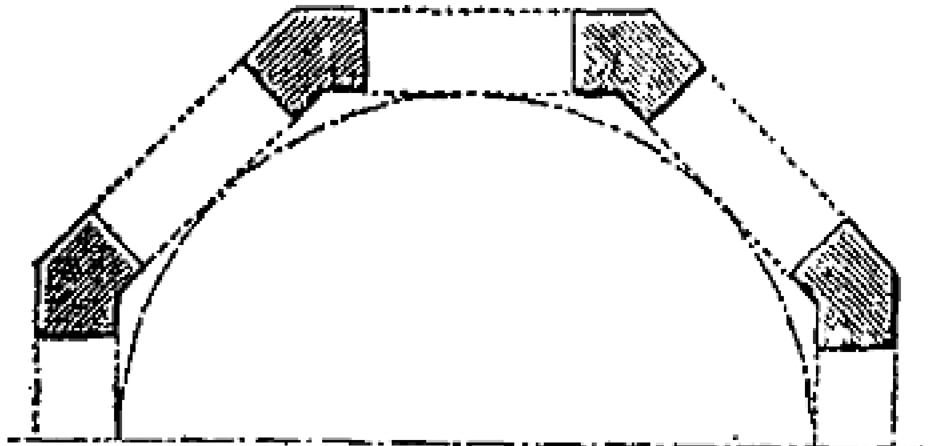
во внутренность храма. Покрытіе подобной формы называется *церковнымъ куполомъ* (dôme).

На западѣ Европы, около XV столѣтія, эти своды начали появляться прежде всего въ тѣхъ мѣстахъ, которыя были въ ближайшихъ сношеніяхъ съ Константинополемъ, какъ, напримѣръ, въ Венеціи.

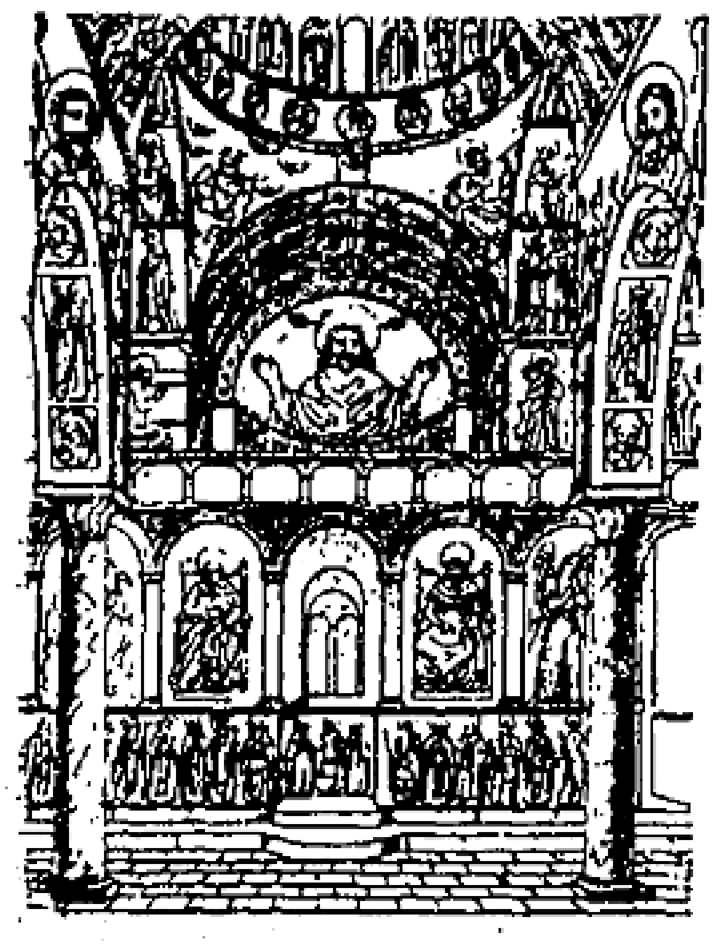
При сооруженіи собора св. Петра въ Римѣ былъ употребленъ сводъ этого-же рода, и съ тѣхъ поръ большая часть новыхъ церквей на западѣ строилась по образцу собора св. Петра. Такимъ образомъ форма эта, не смотря на ея очевидную нераціональность, вошла въ всеобщее употребленіе. Въ самомъ дѣлѣ огромныя массы: купола, барабана

и парусовъ опираются здѣсь на четырехъ пилонахъ, кото-

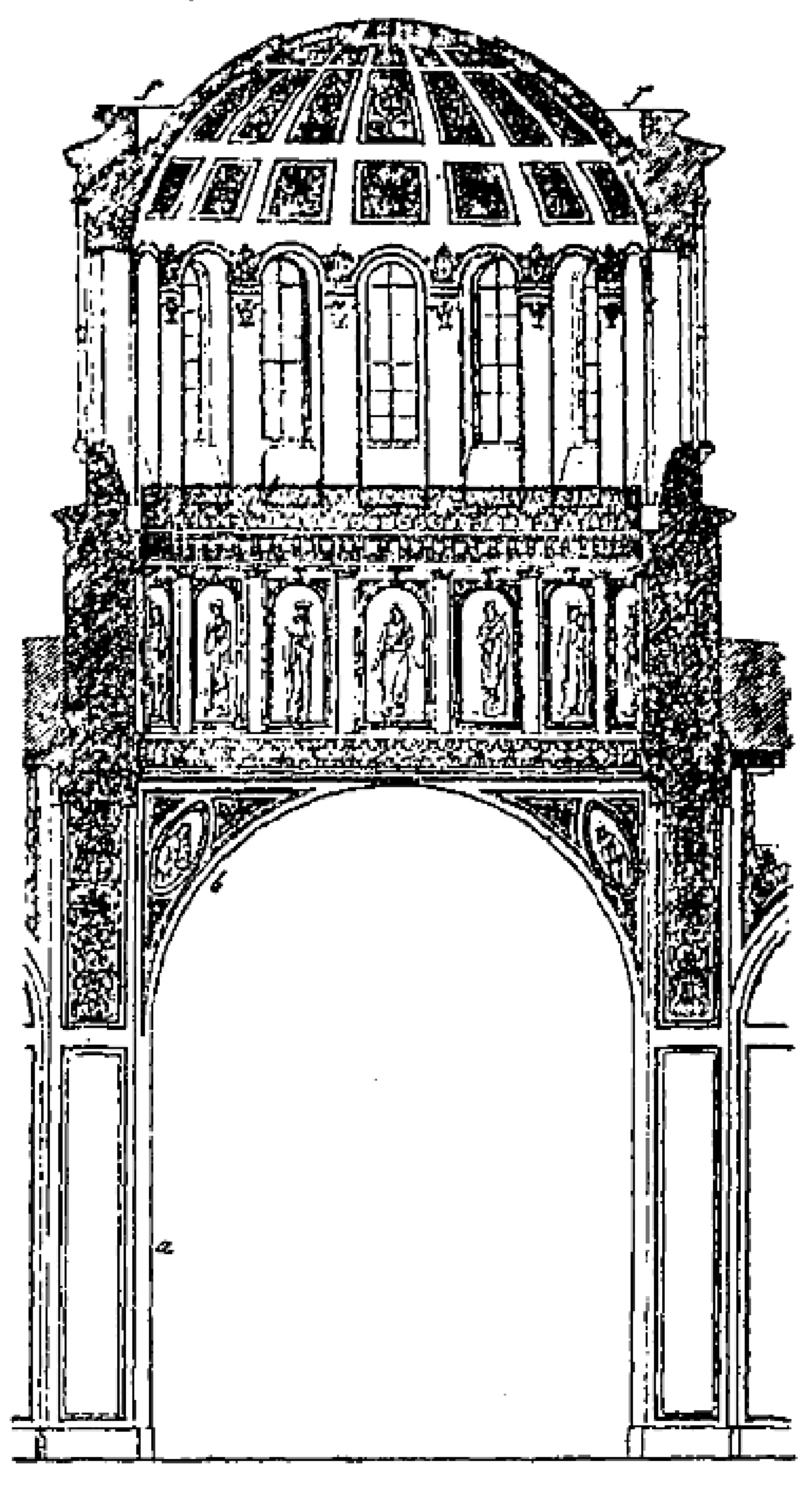




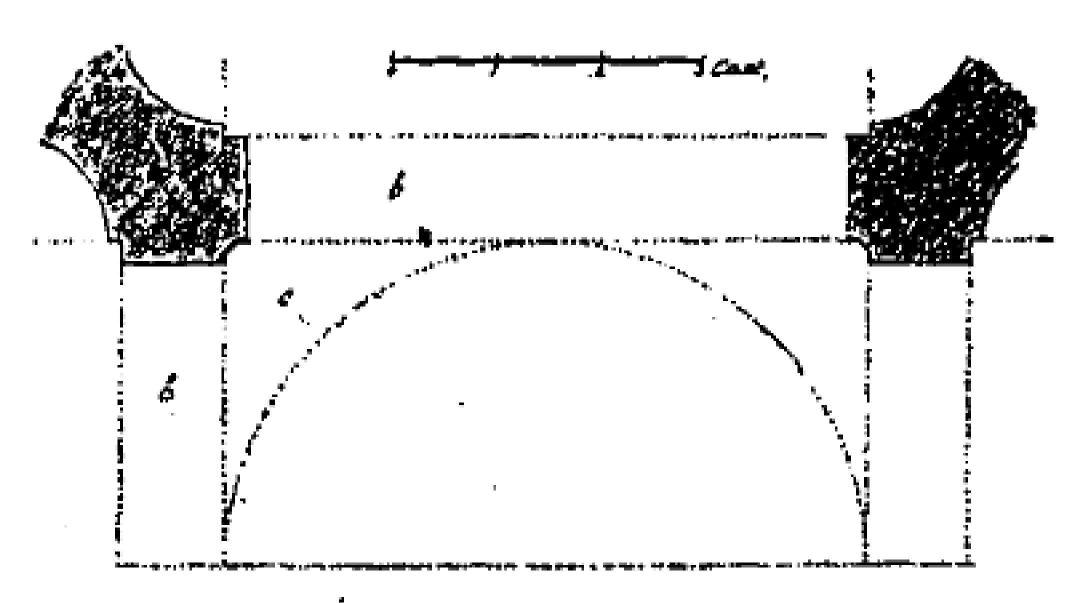
Чер. 1165.



Чер. 1168.



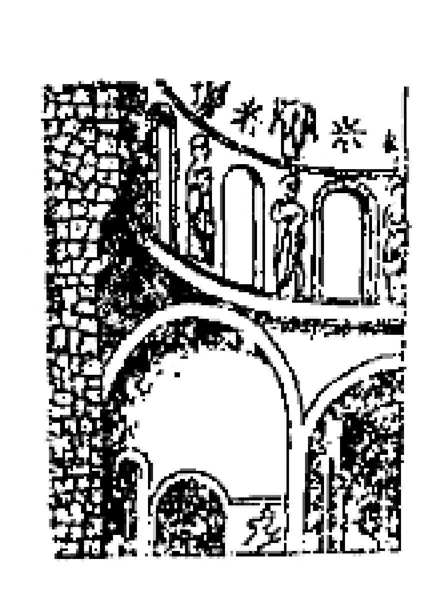
Чер. 1166.



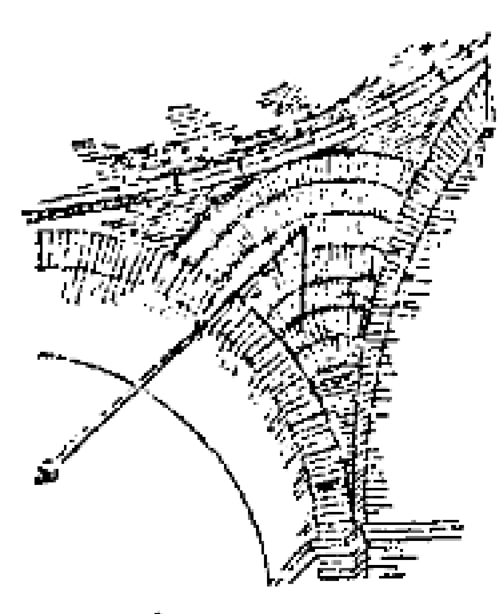
Чер. 1167.

рыхъ толщина должна быть по возможности менѣе, потому-что, иначе, они загромоздятъ внутренность церкви. Но, не-

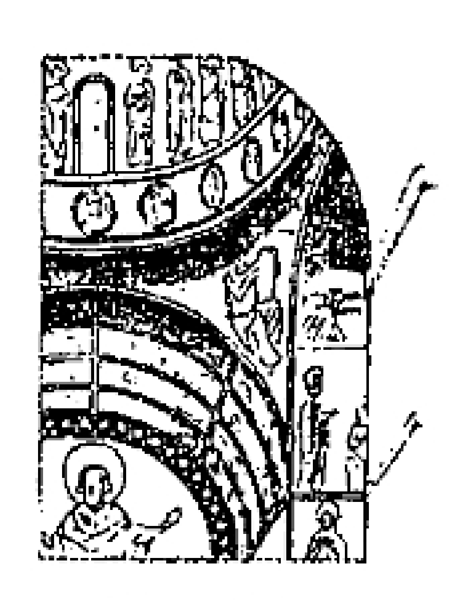
смотря на всѣ техническія затрудненія устройства подобныхъ куполовъ, употребленіе ихъ при сооруженіи православныхъ церквей есть почти необходимость; форма эта, освященная древностью, сдѣлалась *эмблемою*, характеристическою чертою нашихъ храмовъ. Для прочности церковныхъ куполовъ надобно устраивать верхнюю ихъ часть какъ можно легче изъ матеріала, хорошо связывающагося растворомъ, пилоны утверждать на неподвижномъ основаніи. Только тогда всѣ части свода, составляя какъ бы одну массу, мо-



Чер. 1169



Чер. 1170.



Чер. 1171.

гутъ представить прочность, приличную монументальности этого рода зданій.

Въ составъ церковнаго купола входятъ, чер. 1166, 1167 и 1168 (текстъ), *пилоны a*; на нихъ основываются *подпружныя арки b*; пространства между арками заполняются треугольными парусами *c*; на парусахъ и верхнихъ точкахъ подпружныхъ арокъ опирается *барабанъ*, состоящій изъ двухъ частей: *глухой-d* и *свѣтлой-e*; первая изъ нихъ помѣщена на высотѣ кровель, которыя покрываютъ части церкви, лежащія вокругъ барабана; вторая, т. е. свѣтлая часть, заключаетъ въ себѣ окна; надъ барабаномъ возвышается собственно *куполъ f*. Сверху купола устраиваютъ крышу или, такъ называемую, *шапку*.

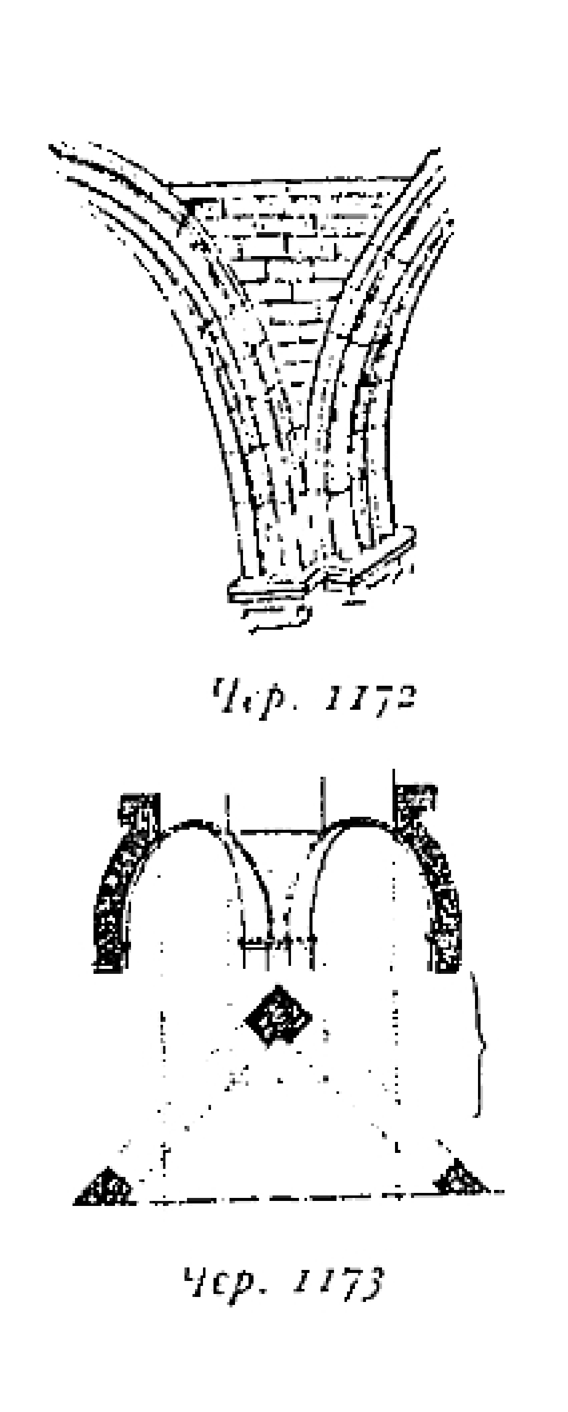
Пропорціи составныхъ частей купола, выведенныя изъ сличенія лучшихъ примѣровъ, могутъ быть опредѣлены приблизительно слѣдующими цифрами.

b) Пилоны и покрывающія ихъ арки имѣютъ высоту $1\frac{1}{2}$ квадрата (рѣдко 2); глухая часть барабана около $\frac{1}{3}$ квадрата; свѣтлая часть бара-

бана 1 квадратъ; куполъ — $^1/_2$ квадрата; итого вся высота, отъ пола до ключа купола, около $3^1/_2$ квадратовъ. Шапка, которой очертаніе соображается съ условіями фасада, имѣетъ, обыкновенно, еще значительное возвышеніе надъ ключемъ купола.

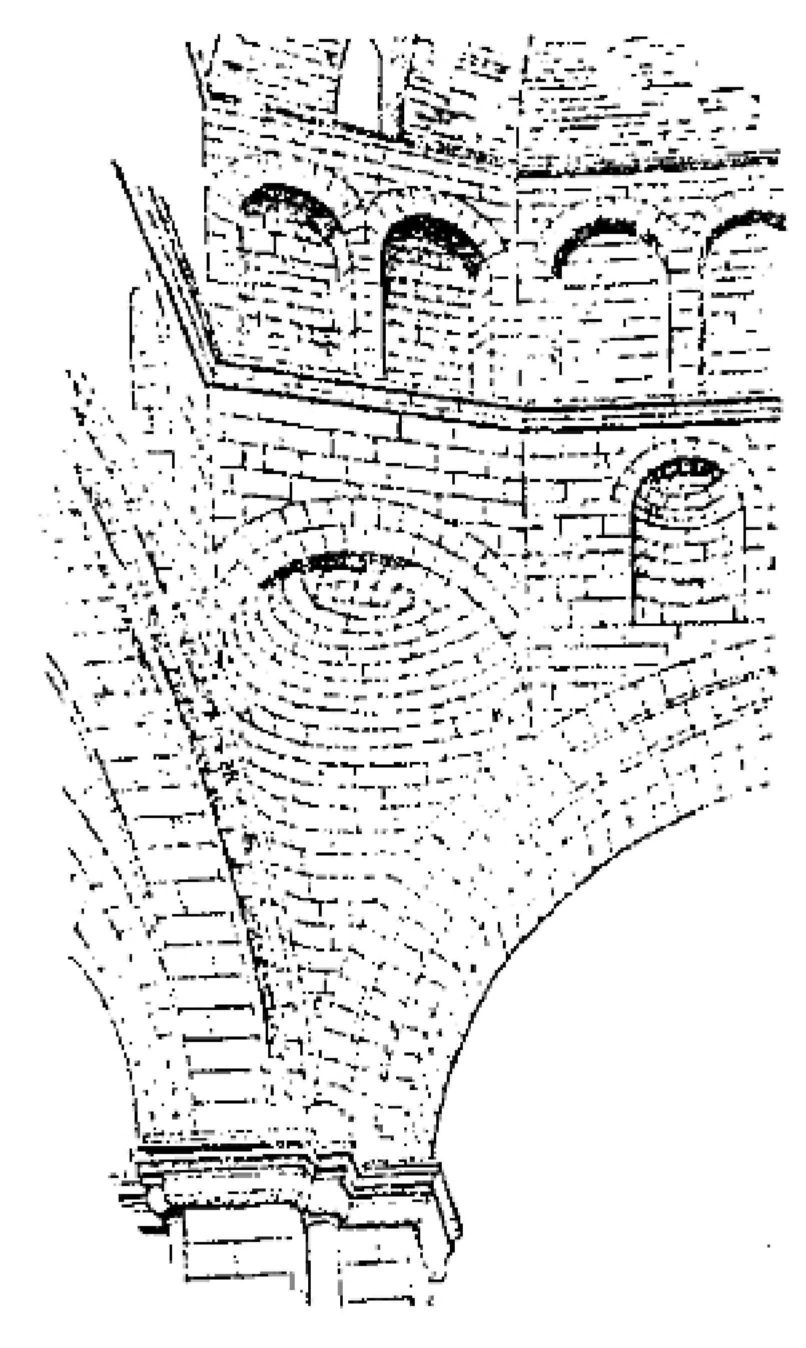
Въ Римскомъ Пантеонѣ, толщина въ замкѣ $^1/_{30}$, въ пятахъ $^1/_7$ пролета. Въ церкви св. Софіи въ Константинополѣ толщина въ замкѣ $^1/_{52}$ діаметра.

Толщина пилоновъ принимается въ $^1/_6$ до $^1/_4$ пролета ихъ арокъ. Толщина опоръ купола церкви св. Петра въ Римѣ $^1/_{11}$, св. Софіи, въ Константинополѣ $^1/_9$ и Пантеона въ Римѣ въ $^1/_7$ пролета.



Чер. 1172

Чер. 1173



Чер. 1174

Въ Исаакіевскомъ соборѣ, по Монферапу, площадь, занимаемая церковью и портиками составляетъ 1405,13 кв. саж., изъ которыхъ подъ стѣнами, пилонами, колоннами и вообще опорными точками верхней части зданія, приходится всего 373,49 кв. саж.; и потому, площади опорныхъ точекъ относятся къ полной площади зданія, какъ 0,266 : 1, а, если не принимать въ разсчетъ площадь портиковъ и ихъ колоннъ, какъ 0,331 : 1. Отношеніе это наибольшее изъ соотвѣтствующихъ извѣстнѣйшимъ церквамъ въ Европѣ.

Относительно проектированія пилоновъ разсматриваемой системы куполовъ Паукеръ дѣлаетъ слѣдующія замѣчанія:

Вообще, необходимо или имѣть при слабыхъ пилонахъ прочные контрфорсы или устраивать самые пилоны мощныхъ размѣровъ; и если держаться этихъ правилъ, то опытный строитель почти всегда можетъ обойтись безъ особаго исчисленія для повѣрки устойчивости проектированнаго зданія.

Обыкновенные способы предосторожности заключаются или въ оставленіи пустотъ или въ устройствѣ разгрузныхъ арокъ, но оба эти способа не лишены недостатковъ. Разгрузныя арки, часто весьма полезныя, иногда вредятъ устойчивости, разъединяя каменную кладку и, при боковомъ давленіи, онѣ положительно опасны. При употребленіи цемента для кладки пилоновъ, парусовъ, барабана и купола, нѣтъ надобности прибѣгать къ расположенію разгрузныхъ арокъ. На чер. 1169—174 (текстъ) показано въ деталяхъ устройство церковныхъ куполовъ и ихъ парусовъ.

Кладка сферическихъ парусовъ бываетъ весьма разнообразна и въ общемъ, конечно, подчиняется всѣмъ правиламъ, выработаннымъ и примѣняемымъ для кладки сводовъ и перемычекъ. Правила, которыя даетъ по этому поводу Р. Б. Бернгардтъ, слѣдующія:

1) При барабанахъ, діаметръ коихъ не болѣе 4-хъ саженей, кладка паруса производится какъ въ куполахъ, т. е. рядами въ видѣ коническихъ колецъ.

2) При барабанахъ, коихъ діаметръ отъ 4 до 6-ти саж. вводятся двѣ перемычки, производя всю остальную кладку паруса до надпаруснаго кольца коническими кольцами.

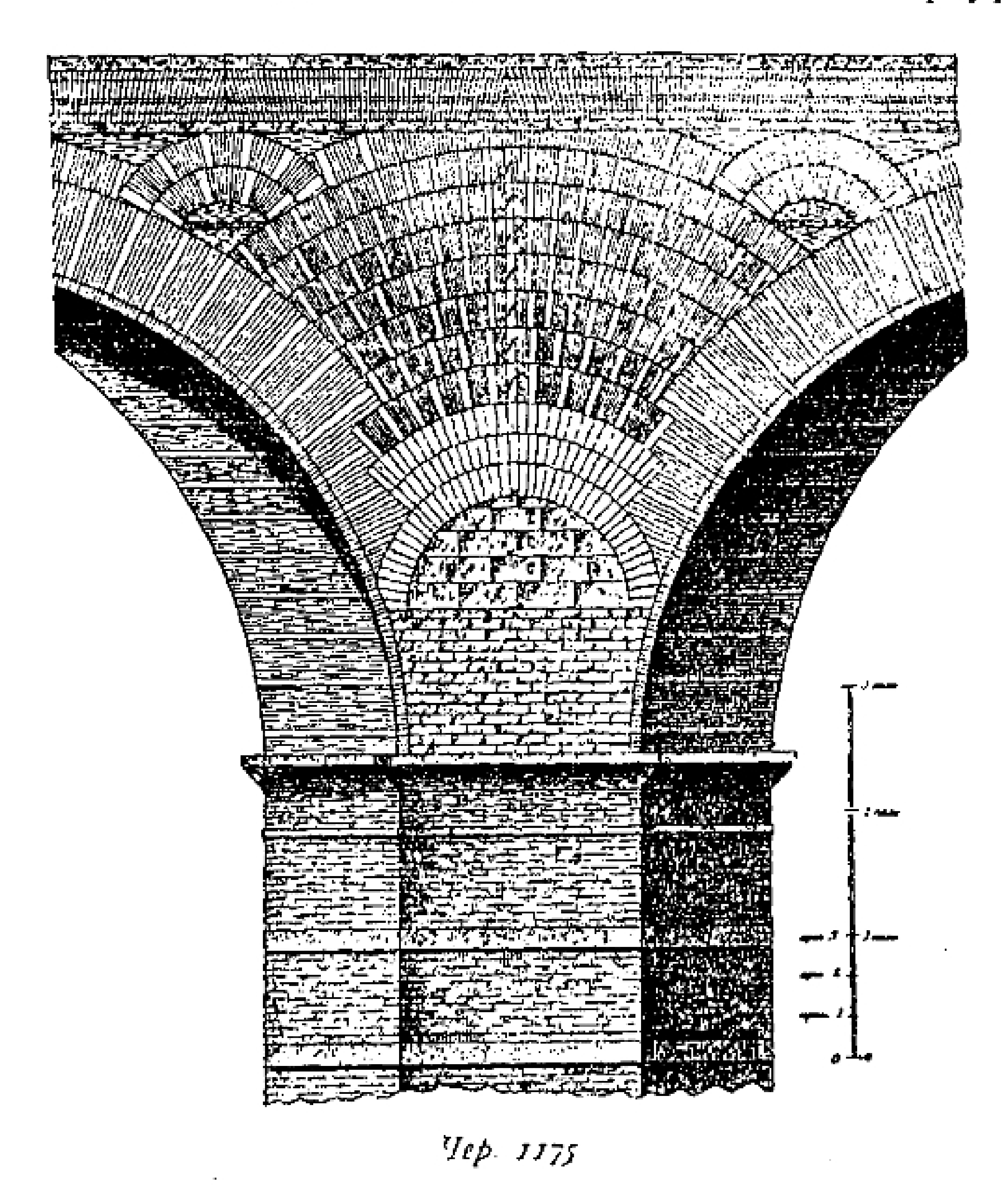
3) При діаметрахъ отъ 6 и болѣе саж. вся кладка дѣлается изъ арокъ.

Примѣръ устройства парусовъ смѣшанной кладки представляютъ паруса Исаакіевскаго собора, устроенные слѣдующимъ образомъ:

Отъ *A* до *B*, чер. 1175 (текстъ), положено 12 рядовъ тесанной плиты; *C*—4 ряда гранитной кладки, ограниченные цилиндрическою поверхностью *DEF*, служащею постелью для трехъ арокъ изъ тесанной плиты. Затѣмъ слѣдуетъ 7 кирпичныхъ перемычекъ *f*, опирающихся на боковые выступы самихъ подпружинъ; въ этихъ аркахъ заложены прокладные камни изъ тесанной плиты. Выше пятъ верхней перемычки *f*

сложены по три кирпичныхъ арки; надъ ними горизонтальная разбутка изъ тесанной плиты и надъ нею уже кольцо.

На чер. 1176 (текстъ) показанъ діагональный разрѣзъ кирпичнаго тупого паруса въ церкви Введенія въ С.-Петербургѣ.



Чер. 1175

d) Нижеозначенные чертежи представляютъ примѣры наиболѣе замѣчательныхъ изъ устроенныхъ куполовъ.

Чер. 1007 (атласъ) — представляетъ куполъ Пантеона въ Римѣ.

Чер. 1008 (атласъ) — куполъ церкви св. Никодима въ Аѳинахъ.

Чер. 1009 (атласъ) — куполъ собора въ Ангулемѣ во Франціи.

Чер. 1010 (атласъ) — куполъ баттистеріи S. Giovanni во Флоренціи.

Чер. 1011 (атласъ) — куполъ храма Minerva medica въ Римѣ.

Чер. 1012 (атласъ) — куполъ св. Виталія въ Равеннѣ.

Чер. 1013 (атласъ) — куполъ собора въ Вормсѣ.

Чер. 1014 (атласъ) — куполъ Maria maggiore въ Nocera.

Чер. 1015 (атласъ) — куполъ S. Maria dei fiore во Флоренціи.

Чер. 1016 и 1021 (атласъ) — куполъ и базилику св. Петра въ Римѣ.

Чер. 1017 и 1019 (атласъ) — купола древнихъ церквей на югѣ Франціи

Чер. 1018 (атласъ) — куполъ св. Софіи въ Константинополѣ.

Чер. 1020 (атласъ) — куполъ церкви Инвалидовъ въ Парижѣ.

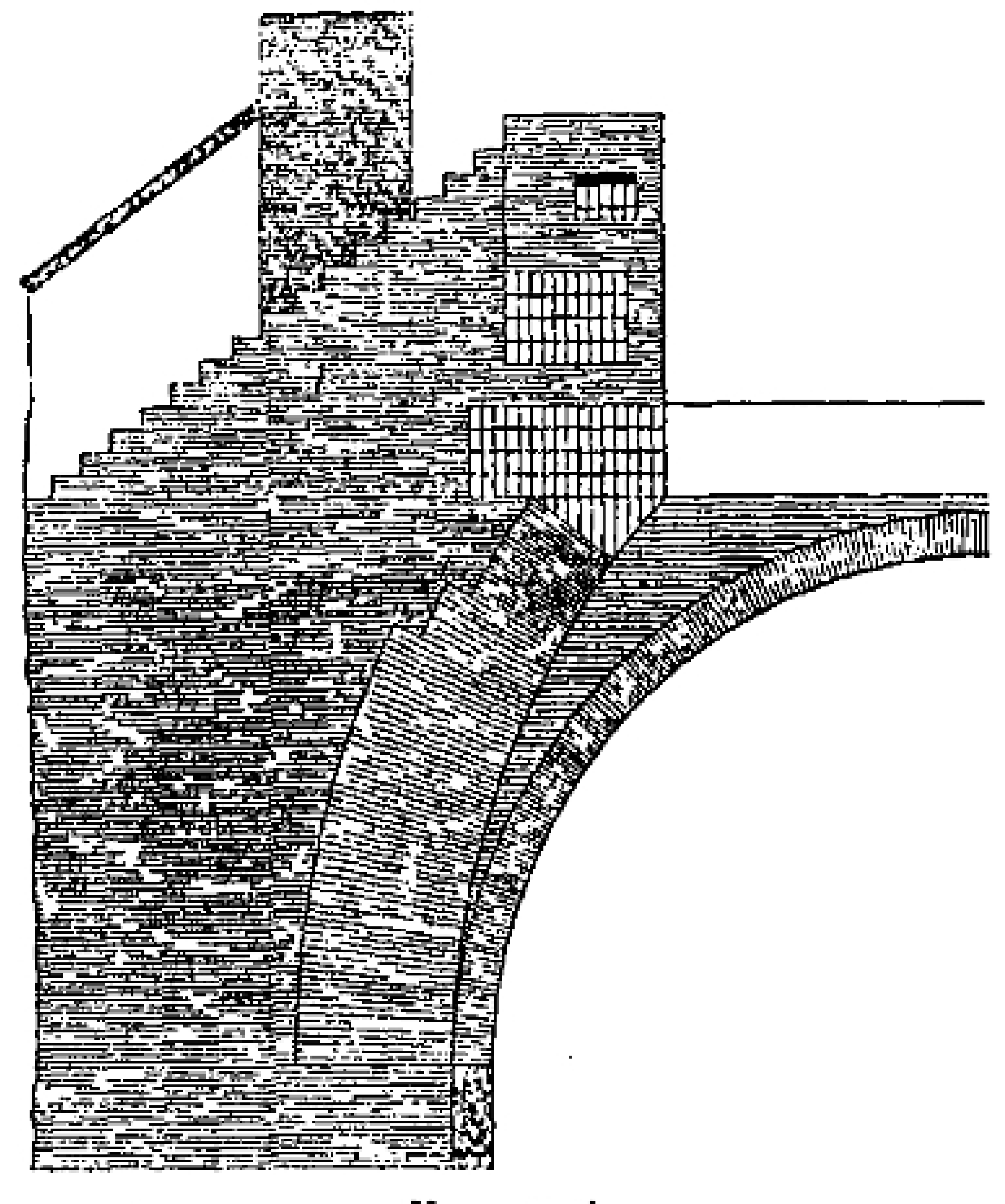
Чер. 1023 и 1031 (атласъ) — купола церкви св. Марка въ Венеціи.

Чер. 1025 (атласъ) — куполъ Греческой церкви въ С.-Петербургѣ.

Чер. 1022, 1024, 1027, 1030, 1032 (атласъ) — образцы куполовъ и ихъ украшеній въ мечетяхъ аравійской архитектуры.

Чер. 1026 (атласъ) — украшенія парусовъ церкви въ Паренцо въ Италіи.

Чер. 1028 и 1029 (атласъ) — украшенія пилъ.



Чер. 1176.

§ 91. **Украшенія сводовъ.** а) *Цилиндрическій сводъ* представляетъ однообразную поверхность значительнаго протяженія. Задача художника будетъ состоять здѣсь въ приведеніи ея въ гармоническое соотношеніе съ другими частями зданія и въ сообщеніи ей красивой наружности. Для этой цѣли могутъ быть употребляемы живописные, скульптурные или, наконецъ,

чисто архитектурные орнаменты, чер. 1033, 1034 и 1035 (атласъ). Изъ послѣднихъ употребляются нынѣ *карнизы (заплечники), подпружины* и *ящики* или *кессоны*. О заплечникахъ было уже сказано въ статьѣ объ аркадахъ. Относительно значенія подпружинъ слѣдуетъ замѣтить слѣдующее:

Извѣстно, что при устройствѣ стѣнъ дѣлаютъ контрфорсы, которые, увеличивая устойчивость стѣнъ въ нѣкоторыхъ точкахъ, даютъ возможность заполнять промежутки ихъ болѣе тонкими стѣнами. Точно также и подпружныя арки, увеличивая въ нѣкоторыхъ точкахъ толщину свода, употребляются для увеличенія его прочности и для сбереженія матеріала. Подпружины, разсматриваемыя какъ украшеніе, служатъ для подраздѣленія цѣлей внутренней поверхности на части, которыя по величинѣ своей болѣе согласуются съ другими частями зданія, а въ размѣрахъ представляютъ поверхности болѣе пропорціональныя. Чер. 949, 951 и 952 (текстъ) представляютъ примѣры разчлененныхъ такимъ образомъ сводовъ. Подпружныя дуги могутъ принимать различныя украшенія. Чер. 1057, 1061 и 1064 (атласъ) показываютъ примѣры украшеній широкихъ подпружинъ.

Способъ украшенія сводовъ ящиками заимствованъ изъ римскихъ литыхъ сводовъ. Понятно, что для прочности свода весьма полезно, не уменьшая его толщины, уменьшить по возможности грузъ свода. Простѣйшій способъ исполненія этой задачи будетъ состоять въ томъ, что на внутренней поверхности свода дѣлаются симметрически расположенныя углубленія или ящики, чер. 1065 (атласъ). Дѣлать такія углубленія въ каменномъ (тесовомъ) сводѣ очень затруднительно; но для устройства ихъ, на литомъ сводѣ употребляется слѣдующее, весьма простое средство, чер. 1067 (атласъ). На приготовленную форму свода (опалубку) прикрѣпляютъ правильно-расположенныя возвышенія (напримѣръ, деревянные ящики, дномъ вверхъ), и по этой формѣ кладутъ сводъ; тогда на нижней его поверхности останутся оттиски возвышеній, положенныхъ на палубу. Чтобы ящики не ослабляли свода, надобно дѣлать промежутки между ними (или дорожки) не слишкомъ узкіе и соотвѣтствующіе направленію дѣйствующихъ силъ (внутренняго давленія свода). Для удовлетво-

ренія второму условію, они должны составлять непрерывныя подпружины. Изъ этого слѣдуетъ, что самая раціональная форма для ящиковъ есть квадратная, чер. 1050, 1051 и 1055 (атласъ), или осьмиугольная, чер. 1054 (атласъ); такія именно формы употреблялись римлянами, во время лучшаго періода ихъ зодчества. Формы шестиугольниковъ, ромбовъ, круговъ и другихъ сложныхъ фигуръ, чер. 1052, 1053, 1056, 1059 и 1063 (атласъ), менѣе раціональны.

При распредѣленіи ящиковъ даютъ слѣдующія правила:

a) Число ящиковъ по ширинѣ свода дѣлается всегда нечетное, чтобы одинъ изъ нихъ находился въ вершинѣ свода.

b) Число ящиковъ по ширинѣ свода простирается отъ 5 до 13.

c) Ширина дорожекъ составляетъ отъ 1/2 до 1/3 ширины ящиковъ.

d) Если на опорныхъ стѣнахъ находятся пилястры или какіе-либо выступы, то противъ осей этихъ выступовъ, по вертикальному направленію, должны находиться средины дорожекъ.

e) По длинѣ свода, въ каждомъ его отдѣльномъ звенѣ, должно помѣщаться полное число ящиковъ.

f) Наконецъ, форма ящиковъ должна приближаться, по возможности, къ формѣ правильныхъ многоугольниковъ.

Ящики дѣлаются въ одинъ, два или три яруса; на днѣ ящика помѣщаютъ розетки; переходы отъ одного яруса къ другому сопрягаются обломами.

Чер. 1058 и 1062 (атласъ) представляютъ примѣръ украшенія цилиндрическаго свода скульптурными украшеніями и ящиками.

Начало примѣненія кессоновъ для украшенія сводовъ относится къ весьма древнимъ временамъ. Они примѣнялись во времена этрусковъ при постройкахъ гробницъ, остатки ихъ находятъ въ развалинахъ древнихъ построекъ на крайнемъ востокѣ въ Азіи. Греки и римляне чаще всего примѣняли этотъ способъ украшенія, первые для потолковъ, вторые для сводовъ. Римляне, въ большинствѣ своихъ монументальныхъ зданій, примѣняя кессоны, украшали ихъ съ большою роскошью. Они устраивали ихъ также изъ металла; украшали золотомъ, серебромъ и слоновою костью.

Въ средніе вѣка примѣненіе кессоновъ временно было оставлено. Затѣмъ, во время стиля возрожденія, они вновь стали примѣняться для украшенія сводовъ, потолковъ, арокъ и проч. и часто примѣняются и въ настоящее время.

ѣ) *Крестовые своды.* При покрытіи длинныхъ, но не широкихъ пространствъ, какъ-то галлерей, корридоровъ, или такихъ пространствъ, въ срединѣ которыхъ могутъ быть поставлены столбы (напримѣръ, церкви, устроенныя по образцу базиликъ, вестибюли и проч.), представляютъ живописный и красивый видъ, чер. 1040 (атласъ), впрочемъ, для этого необходимо, чтобы высота покрываемаго пространства была значительна. Но при покрытіи невысокихъ пространствъ, какъ то: обыкновенныхъ комнатъ или широкихъ залъ, въ которыхъ столбы не допускаются, видъ этихъ сводовъ кажется мрачнымъ и тяжелымъ. Главное средство для приданія имъ большей легкости составляютъ подпружныя арки, которыя, подраздѣляя и сопрягая отдѣльныя части сводовъ, тѣмъ именно и сообщаютъ имъ красивѣйшую наружность. Крестовые своды въ римскомъ стилѣ неудобны для украшеній. Ящики здѣсь неумѣстны, потому что въ неправильныхъ фигурахъ они не могутъ быть правильно распредѣлены. Обыкновенно, при украшеніи этихъ сводовъ, прибѣгаютъ къ живописнымъ и скульптурнымъ орнаментамъ.

Чер. 1037 (атласъ) представляетъ примѣръ украшенія арабесками.

Другой примѣръ украшенія крестоваго свода архитектурными орнаментами представленъ на чер. 1039 (атласъ). Здѣсь все украшеніе состоитъ въ обдѣлкѣ подпружныхъ арокъ и діагоналей свода обломами, на которыхъ сдѣланы нарѣзки.

с) Самый обыкновенный способъ украшенія *куполовъ* составляютъ *кессоны* или *ящики*. Слѣдуя примѣру римлянъ, имъ даютъ видъ правильныхъ многоугольниковъ, которыхъ размѣры, по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ свода, уменьшаются. Вотъ, для примѣра, начертаніе ящиковъ квадратной формы. Раздѣлимъ въ планѣ каждую четверть основанія на нѣсколько равныхъ частей, которыя означатъ средины ящиковъ, чер. 1072 (атласъ). Раздѣливъ потомъ каждое изъ этихъ дѣленій пополамъ, получимъ средины дорожекъ. При распредѣленіи

ящиковъ надобно имѣть въ виду расположеніе уступовъ и впадинъ, находящихся на опорахъ купола и соображать съ ними положеніе ящиковъ, придерживаясь правила: что массы должны быть надъ массами, и отверстія надъ отверстіями. Вслѣдствіе этого, если на опорной стѣнѣ будутъ пилястры или опора будетъ состоять изъ ряда колоннъ, то наблюдается, чтобы противъ осей колоннъ и пилястръ приходились средины дорожекъ. Если въ опорной стѣнѣ находятся двери, окна или ниши, то необходимо, чтобы противъ осей этихъ отверстій приходились на куполѣ средины ящиковъ.

Дорожки дѣлаются шириною отъ $^1/_5$ до $^1/_8$ ширины ящиковъ. Сообразно съ этимъ, отложимъ въ обѣ сторонѣ каждой оси дорожекъ величину, равную половинѣ ея ширины и, соединивъ эти точки съ центромъ, означимъ слѣды меридіональныхъ плоскостей, ограничивающихъ ящики по вертикальному направленію. Далѣе слѣдуетъ опредѣлить высоты каждаго ряда ящиковъ. Для приданія каждому ящику формы, по возможности близкой къ правильному квадрату, дѣлается разверзаніе сферической поверхности слѣдующимъ образомъ.

Выпрямивъ приблизительно дугу 1—15: отвѣсная прямая, чер. 1074 (атласъ), представитъ намъ длину ея. Въ нѣкоторыхъ точкахъ линіи возставляемъ къ ней перпендикуляры и откладываемъ на нихъ разстоянія до меридіональныхъ плоскостей, проходящихъ черезъ края ящиковъ; разстоянія эти изображаются на планѣ частями горизонтальныхъ круговъ. На тѣхъ же перпендикулярахъ отложимъ ширины дорожекъ, взятыя съ плана. Чрезъ точки, означенныя такимъ образомъ на разверзаніи, проводимъ кривыя. Площадь треугольной формы изображаетъ развернутый вырѣзокъ шара, въ которомъ должны заключаться ящики. Эту то площадь надобно раздѣлить такъ, чтобы отдѣлы ея имѣли форму, сколь возможно ближе подходящую къ формѣ правильнаго многоугольника. Для этого, по проведеніи нижней линіи ящика отъискиваемъ, по приближенію, на вертикальной оси такую точку, чтобы очерченный изъ нея, какъ изъ центра, кругъ коснулся линій нижней и двухъ внутреннихъ кривыхъ. Проведя сверху этого круга горизонтальную касательную, опредѣлимъ такимъ образомъ мѣсто и форму перваго ящика.

На линіи вертикальной отъ точки пересѣченія ея съ линіею касательною отложимъ вверхъ длину равную ширинѣ вертикальной дорожки на этой высотѣ и проведемъ горизонтальную линію. Она будетъ изображать нижнюю линію втораго ряда ящиковъ. Высота его, такъ какъ и высота всѣхъ послѣдующихъ рядовъ опредѣлится по примѣру перваго ряда. Линія, означающая нижній предѣлъ ящиковъ, проводится тѣмъ выше, чѣмъ больше выступъ карниза, отдѣляющаго опоры отъ свода. Ящиковъ не дѣлаютъ на всей высотѣ купола, по той причинѣ, что они, приближаясь къ верху, становятся очень мелки: вообще они занимаютъ высоту около $^2/_3$ линіи вертикальной, чер. 1074 (атласъ).

Отложимъ на данной дугѣ 0—15, чер. 1072 (атласъ), найденныя высоты ящиковъ и дорожекъ, между ними лежащихъ, и чрезъ точки дѣленія проведемъ горизонтальные круги. Круги эти, пересѣкаясь съ меридіональными плоскостями, означающими вертикальные предѣлы ящиковъ, опредѣлятъ съ точностью положеніе ящиковъ. Ящики будутъ теперь означены (расчерчены) на внутренней поверхности свода.

Для означенія ихъ углубленія къ дугѣ 0—15, въ точкахъ дѣленія ея, возставимъ нормальныя и зададимъ на нихъ глубины ящиковъ. Въ планѣ, на каждомъ кругѣ, означающимъ нижній предѣлъ ряда ящиковъ, также отложимъ глубины ящиковъ; все это опредѣлитъ намъ, на разрѣзѣ купола, проекцію дна ящика.

Этотъ способъ распредѣленія ящиковъ на куполѣ отличается тѣмъ, что ящики получаютъ здѣсь возможно-правильныя формы. По эпюрѣ, составленной на основаніи его, размѣщаются на палубѣ кружалъ возвышенія, которыя, при кладкѣ свода, произведутъ въ немъ требуемыя углубленія.

На чер. 1073 (атласъ) показано распредѣленіе наклонныхъ, квадратныхъ или такъ называемыхъ *ромбоидальныхъ* ящиковъ.

Чер. 1078 (атласъ) изображаетъ куполъ, распредѣленный на небольшое число ящиковъ, имѣющихъ различныя формы.

При украшеніи купольныхъ сводовъ писанными или стю-

ковыми орнаментами, употребляютъ часто расположенiе украшенiй въ видѣ парусовъ (веларiй), чер. 1070 и 1071 (атласъ) изобржаютъ полукуполъ, такимъ образомъ украшенный.

Куполы часто освѣщаются сверху; для этой цѣли оставляютъ у верхушки свода отверстiе, имѣющее въ дiаметрѣ около 1/6 части дiаметра купола, чер. 1072 (атласъ).

На чер. 1079 и 1080 (атласъ) представлено распредѣленiе кессоновъ въ куполѣ Пантеона въ Римѣ.

На чер. 1081 и 1082 (атласъ) представлено украшенiе купола въ Кельгеймѣ.

c) Способы украшенiя *парусныхъ сводовъ* состоятъ въ проведенiи подпружныхъ дугъ и въ украшенiи ихъ. Кромѣ того, въ треугольныхъ парусахъ дѣлаются углубленiя для орнаментовъ и наконецъ, скуфья украшается способами, показанными для куполовъ.

Чер. 1036 и 1041 (атласъ) представляютъ примѣры подобныхъ украшенiй.

d) *Нормандскiе* или *вѣерные своды* составляютъ легкое и красивое покрытiе. Украшенiя такого свода, расположенныя въ видѣ вѣеровъ, показаны на чер. 1043, 1044, 1047, 1048 и 1049 (атласъ).

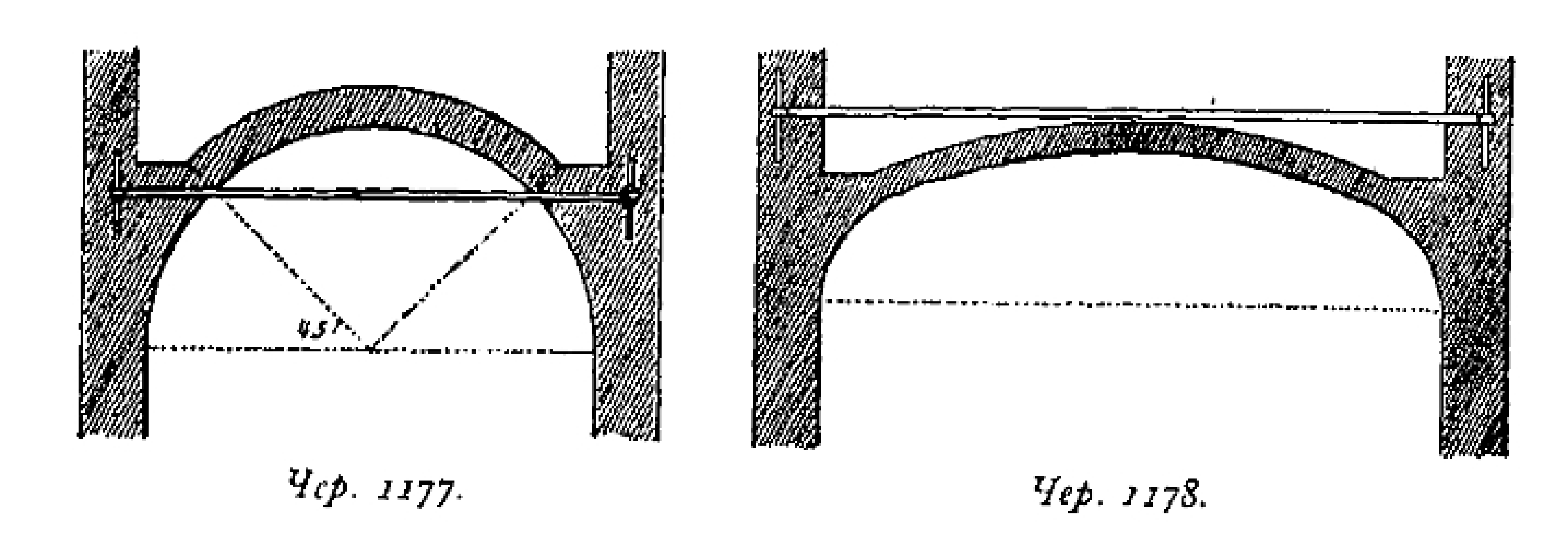
На чер. 1042, 1045 и 1046 (атласъ) представленъ примѣръ украшенiя поддугъ въ итальянскомъ стилѣ при сводахъ *зеркальныхъ*, чер. 1045 показываетъ видъ гзимса, отдѣляющаго зеркало.

Готическiе своды могутъ имѣть различныя формы и принимать чрезвычайно разнообразныя украшенiя. Въ существующихъ понынѣ зданiяхъ можно видѣть примѣры устройства этихъ сводовъ отъ самыхъ простыхъ формъ, въ которыхъ явная немаскированная конструкцiя составляетъ все украшенiе, до самыхъ великолѣпныхъ, многосложныхъ и часто вычурныхъ формъ, чер. 1066 (атласъ).

§ 92. **Желѣзныя связи для сводовъ.** Въ тѣхъ случаяхъ, когда устойчивость опоръ недостаточна для противудѣйствiя распору свода, можно доставить сооруженiю необходимую степень прочности посредствомъ желѣзныхъ полосъ, заложенныхъ поперекъ сводовъ.

Желѣзныя связи лучше всего помѣщать въ слабыхъ точкахъ, чер. 1177 (текстъ), потому что въ нихъ именно распоръ свода дѣйствуетъ на опоры. Но такое расположеніе связей, употреблявшееся въ старинныхъ строеніяхъ не красиво и вслѣдствіе этого ихъ помѣщаютъ на высотѣ ключа или выше сводовъ. Второй способъ, чер. 1178 (текстъ), удобнѣе тѣмъ, что онъ не препятствуетъ осадкѣ свода.

Въ сильно нагруженныхъ сводахъ къ связямъ прибавляютъ еще особенные подкосы, имѣющіе общіе штыри съ горизонтальною связью, чер. 1179—1180 (текстъ). Если на этой высотѣ положены желѣзныя связи по длинѣ опорныхъ стѣнъ, то ихъ соединяютъ съ сводовыми связями.



Чер. 1177. *Чер. 1178.*

Размѣры поперечнаго сѣченія связей должны быть выведены изъ условій равновѣсія сводовъ; эмпирическихъ правилъ для этого предмета не существуетъ.

Часто въ своды закладываютъ временныя желѣзныя связи, помѣщая ихъ на высотѣ слабыхъ точекъ. Связи эти содѣйсвуютъ устойчивости свода до тѣхъ поръ, пока сводные клинья не пріобрѣли еще значительной степени сцѣпленія отъ отвердѣнія известковаго раствора: впослѣдствіи онѣ выпиливаются.

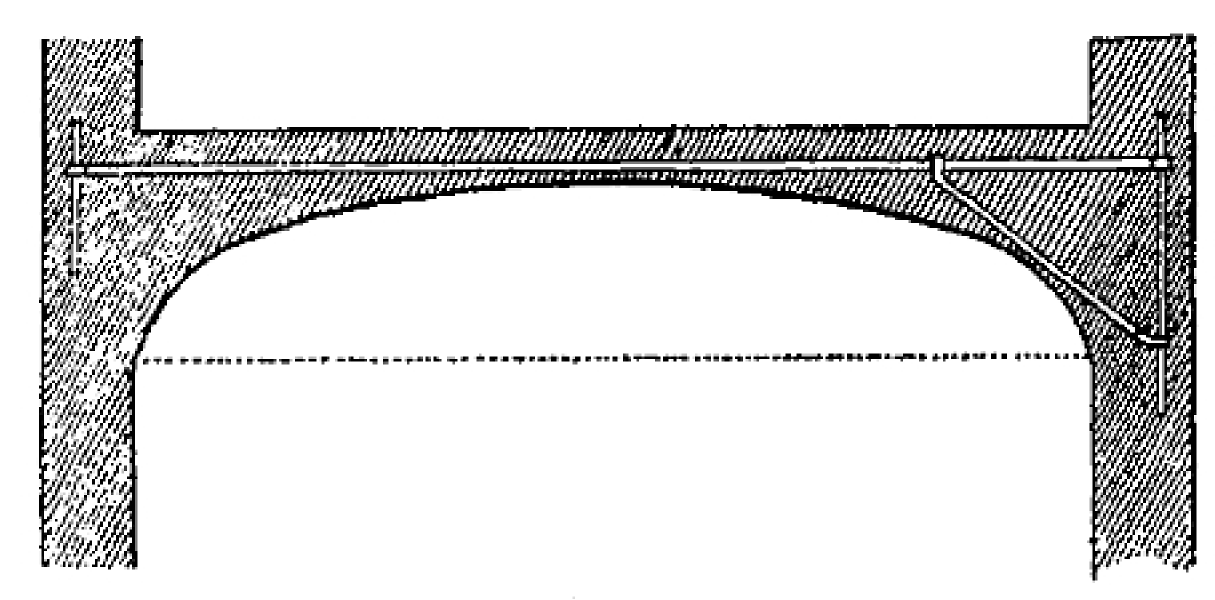
При устройствѣ плоскихъ арокъ, напримѣръ, надъ воротами, часто закладываются толстые желѣзные бруски, изогнутые дугою.

Очевидно, что такіе бруски дѣйствуютъ не какъ связи, а какъ балки, несущія на себѣ весь грузъ свода и поэтому

подобный родъ постройки долженъ быть причисленъ къ потолкамъ.

Измѣненія температуры имѣютъ вліяніе на натянутость прочно закрѣпленной связи и потому подъ связь подкладываютъ катки и оставляютъ запасъ для свободнаго движенія ея концовъ; если-же треніе связи по кладкѣ незначительно, то катковъ не употребляютъ, увеличивая нѣсколько сѣченіе связи. Чтобы имѣть возможность, по произволу, укорачивать или удлинять связи, каждую изъ нихъ составляютъ изъ двухъ половинъ, скрѣпляемыхъ посредствомъ муфты съ винтовыми нарѣзками; концы короткихъ связей скрѣпляются клиньями.

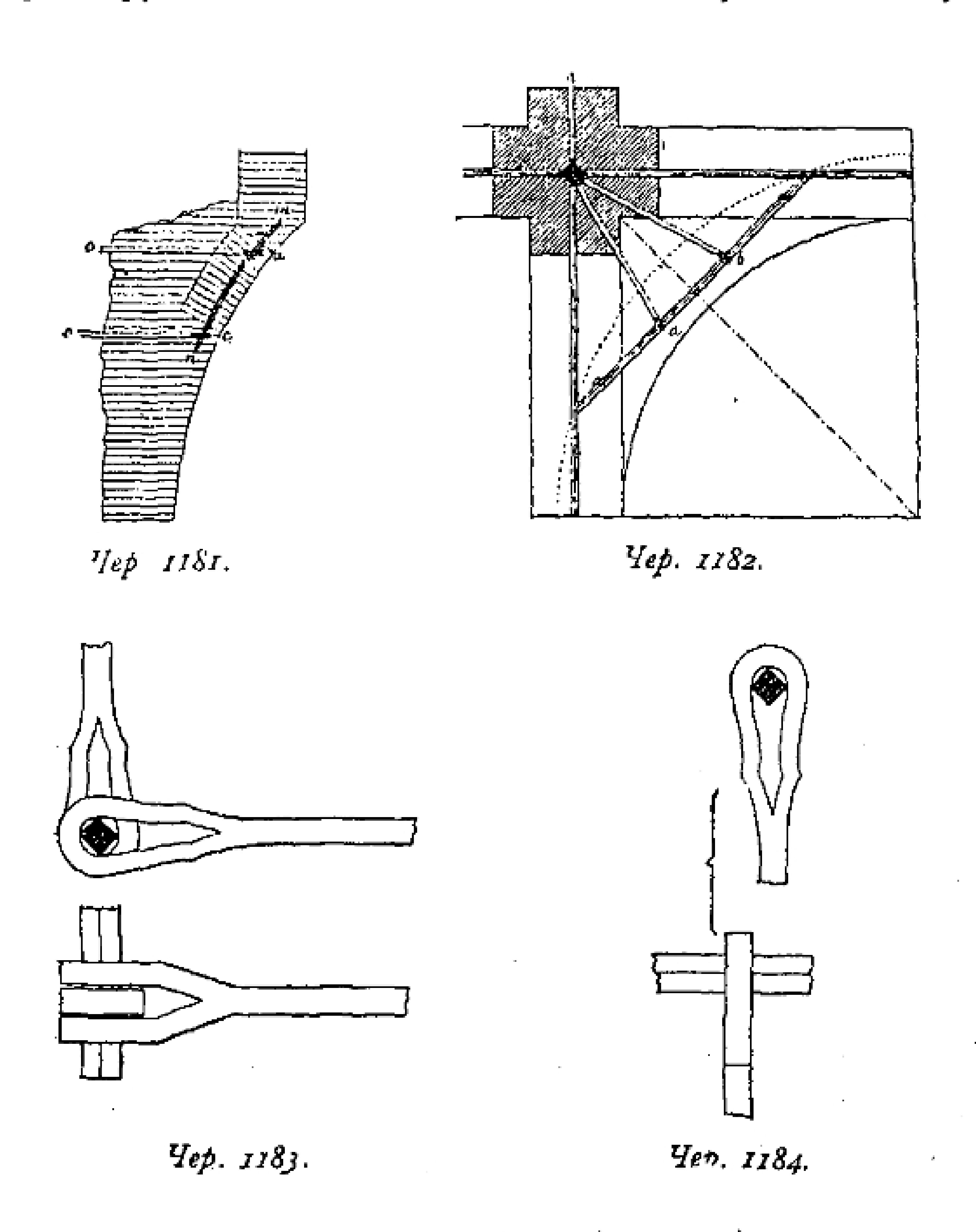
Желѣзныя связи, закладываемыя въ массу парусовъ, у



Чер. 1179—1180.

куполовъ дѣлаются изъ квадратнаго желѣза, толщиною отъ 2½ до 3 дюймовъ; ихъ укладываютъ въ каждомъ парусѣ отъ двухъ до трехъ, смотря по величинѣ діаметра купола (при діаметрѣ до 4 саж. — по 2 бруска, при большемъ — по 3 бруска) въ немного наклонномъ положеніи, какъ видно изъ діагональнаго разрѣза, чер. 1181 (текстъ) и верхніе концы этихъ брусковъ подхвачены горизонтальными желѣзными связями, идущими особо отъ каждаго бруска къ вертикальному желѣзному штырю, закладываемому въ толщинѣ пилона. Сказанный штырь, въ свою очередь, схватывается по высотѣ нѣсколькими рядами горизонтальныхъ связей, чер. 1182 (текстъ), идущими черезъ боковыя арки къ наружнымъ стѣнамъ сооруженія, гдѣ скрѣпляются съ закладываемыми стѣнными связями.

Діагональныя горизонтальныя связи *a*, чер. 1182 (текстъ), закладываемыя для уравновѣшиванія распора паруса, на практикѣ дѣлаются обыкновенно изъ полосового желѣза, что неправильно, такъ какъ связи эти, направленныя нормально къ распору, должны быть жесткія. Размѣры ихъ слѣдуетъ



Чер. 1181. Чер. 1182.

Чер. 1183. Чер. 1184.

разсчитать по уравненію изгиба, т. е. какъ брусъ, лежащій на двухъ опорахъ и подверженный дѣйствію одного сосредоточеннаго груза распора паруса.

На чер. 1183 и 1184 (текстъ) показаны детали желѣзныхъ связей въ Исаакіевскомъ соборѣ.

§ 93. **Своды бетонные.** Въ вышеописанныхъ главахъ (основанія и стѣны) подробно пояснены способы приготовленія бетона и примѣненія его для устройства основаній и стѣнъ.

Возведеніе изъ бетона сводовъ и куполовъ началось во времена римлянъ. Простота способа приготовленія бетона, его чрезвычайная прочность по отвердѣніи и способность воспринимать разнаго рода формы для украшеній сводовъ и куполовъ (кессоны) послужили къ тому, что онъ игралъ одну изъ главныхъ ролей при возведеніи древнихъ монументальныхъ римскихъ построекъ.

Начиная съ XI столѣтія до настояшаго вѣка, примѣненіе бетона для построекъ почти вовсе было оставлено за исключеніемъ рѣдкихъ случаевъ примѣненія его для устройства основанія и фундаментовъ.

Въ началѣ настоящаго вѣка, послѣ серьезнаго изученія конструкціи древнихъ зданій, многіе изъ строителей стали вновь примѣнять бетонъ, не только для гидротехническихъ сооруженій, но и для всякаго рода построекъ.

Усовершенствованія въ изготовленіи цемента въ началѣ 60-хъ годовъ значительно подвинуло впередъ примѣненіе бетона для гражданскихъ построекъ. Долговременный опытъ показалъ, что уплотненный бетонъ (Stampfbeton), состоящій изъ смѣси портландскаго цемента съ хрящевымъ пескомъ и гравіемъ или щебнемъ, смоченный до степени влажности земли, укладываемый тонкими слоями въ формы и уколачиваемый тяжелыми трамбовками до степени совершенной плотности массы, можетъ съ успѣхомъ служить для устройства жилыхъ зданій, сточныхъ каналовъ, резервуаровъ всякаго рода, трубъ, орнаментовъ и проч. Такъ, напримѣръ, въ Англіи, изъ уплотненнаго бетона строятся 4-хъ и 5-ти этажные дома; во Франціи уже Coignet началъ примѣнять этотъ же способъ для постройки зданій (St. Denis близъ Парижа), водосточныхъ каналовъ въ Парижѣ и въ другихъ городахъ; въ Германіи извѣстная фирма Dyckerhoff произвела значительныя постройки по возведенію значительныхъ зданій для резервуаровъ въ городахъ Нюрнбергѣ, Мингденѣ, Хемницѣ и проч.

Пропорція составныхъ частей бетона измѣнялась въ за-

висимости отъ характера частей сооруженій и между прочимъ для устройства сводовъ назначалось: 1 часть портландскаго цемента, 5—6 частей хряшеваго песку и 5—6 частей хряща или 7—8 частей щебня.

Съ примѣненіемъ для покрытія металлическихъ балокъ, промежутки между которыми заполняются пологими сводами, употребленіе бетона для устройства сводовъ распространилось еще болѣе и заграницею, въ 80-хъ годахъ, нялись опытами относительно степени сопротивленія бетонныхъ сводовъ разрушенію, какъ, напримѣръ: опыты надъ разрушеніемъ бетоннаго мостика пролетомъ въ 6 метровъ, устроеннаго на промышленной выставкѣ въ Швейцаріи изъ бетона завода портландскаго цемента Р. Вижье въ Лютербахъ. (Указанія на эти опыты были помѣщены въ хроникѣ Инженернаго журнала за февраль мѣсяцъ 1884 г.

Для согласованія теоретическихъ соображеній, при проектированіи бетонныхъ сводовъ съ практическими данными, были произведены между прочимъ, опыты обрушенія двухъ такихъ сводовъ при постройкѣ доковъ въ Севастополѣ въ 1886 году. Предварительные разсчеты прочности бетона сводовъ были основаны на лабораторныхъ испытаніяхъ надъ цементными растворами, причемъ выведена зависимость, что прочность цементнаго раствора или бетона прямо пропорціональна количеству цемента, входящаго въ растворъ или бетонъ.

Для опытовъ былъ взятъ бетонъ съ минимальнымъ количествомъ цемента, достаточнымъ только для склеиванія въ плотную массу составныхъ частей бетона, причемъ за единицу разсчета составныхъ частей его былъ взятъ гравій, какъ болѣе крупный, промежутки въ которомъ заполняются крупнымъ пескомъ; затѣмъ промежутки въ крупномъ пескѣ и между крупнымъ пескомъ и гравіемъ заполняются мелкимъ пескомъ, а потомъ уже выводилось количество цемента, необходимое для заполненія всѣхъ оставшихся промежутковъ на сухо.

На этихъ основаніяхъ составъ бетона былъ слѣдующій:

	Теоретическая пропорція.		Дѣйствительно взято.
Гравія	1	или 16,80	$16^{3}/_{4}$
Крупнаго песку	0,347	„ 5,80	$5^{3}/_{4}$
Мелкаго песку	0,12243	„ 2,06	2
Цемента	0,05936	„ 1,00	1

Для опытовъ былъ взятъ портландскій цементъ Брукса, сопротивленіе котораго разрыву въ чистомъ видѣ, по произведеннымъ испытаніямъ

надъ образцами, твердѣвшими 2 мѣсяца на воздухѣ и смачиваемыми по мѣрѣ усыханія, опредѣлилось въ среднемъ выводѣ, въ 18 пудовъ на 1 кв. дюймъ; сопротивленіе же бетона, гдѣ цементъ составляетъ $\frac{1}{16^3/_4}$ часть уплотненнаго бетона $= \frac{18}{16^1/_4} = 1{,}07$. Сопротивленіе раздавливанію отъ 7 до 8 разъ больше:

$$1{,}07 \times 7 = 7{,}49 \text{ пуд. на 1 кв. дюймъ, или}$$
$$1{,}07 \times 8 = 8{,}788 \text{ пуд. на кв. дюймъ.}$$

Данныя эти были приняты для предварительнаго разсчета подвергнутыхъ обрушенію сводовъ. Для производства опытовъ было устроено два свода: одинъ съ подвижными опорами, пролетомъ въ 16 футъ, подъемомъ въ 1 футъ и толщиною въ замкѣ ½ фута; другой съ неподвижными опорами, пролетомъ въ 5 аршинъ = 11.66 фута, подъемомъ въ 8½ дюймовъ, толщиною въ замкѣ 3½ дюйма. Оба свода были забучены горизонтально и касательно къ вершинѣ замка. Разсчетъ сводовъ сдѣланъ по таблицамъ *Пти и Вудбьюри*, причемъ предѣльная нагрузка съ подвижными опорами опредѣлилась, принявъ низшій предѣлъ сопротивленія раздробленію (въ 7 разъ болѣе сопротивленія разрыву) въ 1003,0184 пуда, при верхней площади свода 83,88 квад. футъ или въ 12 пудовъ на квад. футъ поверхности свода; для свода же съ неподвижными опорами предѣльная нагрузка опредѣлилась, при низшемъ предѣлѣ сопротивленія въ 569,685 пуд., а при высшемъ — въ 629,27, при верхней поверхности свода въ 59 квадр. футъ.

Въ дѣйствительности опыты производились черезъ 2½ мѣсяца но устройствѣ сводовъ и такъ какъ сопротивленіе бетона, вслѣдствіе этого возросло, то принявъ сопротивленіе чистаго цемента, согласно произведеннымъ испытаніямъ, въ 20,0397 пуд. на 1 квад. дюймъ, предѣльныя нагрузки были опредѣлены для 1-го свода отъ 1204,1568 до 1376,277 пуд. и для 2-го свода отъ 653,798 до 768,900 пуд. Для укрытія отъ солнца, чтобы достигнуть болѣе равномѣрнаго твердѣнія, своды были приготовлены въ подвалѣ и смачивались по мѣрѣ усыханія. Для нагрузки сводовъ къ нимъ были прислонены щиты, образовавшіе ящикъ, дномъ котораго служила верхняя площадка свода. Нагрузка производилась пескомъ, а чтобы песокъ, по мѣрѣ прогиба свода не проваливался, къ нижнимъ кромкамъ щитовъ была прибита парусная лента, шириною 1 футъ, загнутая ½ фута на верхнюю площадку свода.

Сводъ съ подвижными опорами не оправдалъ теоретическаго разсчета и обрушился при нагрузкѣ 674,80 пуда, что объясняется сдвиженіемъ лѣвой опоры на 2 дюйма, замѣченнымъ уже при нагрузкѣ въ 393 пуда.

Теоретическій разсчетъ указываетъ, что площадь подвижной опоры должна была быть сдѣланной вдвое болѣе, чтобы избѣжать скольженія ея при предѣльной нагрузкѣ.

Сводъ же съ неподвижными опорами разрушился при нагрузкѣ въ 711,99 пуда, что составляетъ среднюю величину между высшимъ и низшимъ предѣломъ разсчетной нагрузки п, такимъ образомъ, теоретическій разсчетъ въ данномъ случаѣ вполнѣ оправдался опытомъ. Разрушеніе свода произошло вращеніемъ внутрь, причемъ бетонъ въ замкѣ разсыпался. Согласіе теоретическаго разсчета съ результатами опыта указываетъ на возможность разсчитывать бетонные своды, какъ вообще всѣ своды. Къ такому же выводу привели и производившіеся ранѣе опыты заграницею.

Произведенные въ Севастополѣ опыты показали, что при употребленномъ при опытахъ составѣ бетона, предѣльная нагрузка на квадр. футъ верхней поверхности свода достигаетъ 12 пудовъ; считая же прочное сопротивленіе бетона въ $^1/_{10}$ временнаго и принимая, что при нагрузкѣ свода людьми, нагрузка эта выразится въ $2^1/_4$ пуда на квадр. футъ, то количество цемента, входящаго въ составъ бетона, для увеличенія его сопротивленія, должно быть удвоено и вообще не должно быть менѣе $^1/_7$ части уплотненнаго бетона, такъ какъ сопротивленія разрыву цементныхъ растворовъ одной и той же формы разнятся около 20%.

Имѣя въ виду, что сопротивленіе бетона разрыву значительно менѣе сопротивленія его раздробленію, представляется выгоднымъ проектировать бетонныя перекрытія на распоръ, чтобы существовало лишь сжатіе, а не разстяженіе матеріала. Такимъ образомъ бетонному перекрытію, въ видахъ пологой арки, должно быть отдано полное преимущество, въ видѣ экономіи матеріала, надъ часто практикуемымъ перекрытіемъ бетонными плитами, разсчитываемыми какъ балка, лежащая на двухъ опорахъ. Теоретическій разсчетъ указываетъ, что во второмъ случаѣ, матеріала нужно для перекрытія въ 6 разъ болѣе, чѣмъ въ первомъ.

Вышеописанные опыты привели къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Сопротивленіе бетона въ сводахъ зависитъ только отъ прочности цемента, взятаго для составленія бетона и пропорціонально относительно количеству содержимаго въ бетонѣ цемента.

2) Сопротивленіе бетона въ сводахъ не зависитъ отъ прочности другихъ его составныхъ частей, т. е. гравія и песка.

3) Изъ различныхъ способовъ вычисленія предѣльной нагрузки сводовъ ближе всѣхъ въ дѣйствительности далъ цифры разсчетъ на основаніи формулы коэффиціента распора недогруженнаго, пологаго круговаго свода:

$$C-\frac{Q}{r^2};$$

гдѣ Q — настоящій распоръ свода,

r^2 — внутренній распоръ свода, а

C — коэффиціентъ распора, дается въ таблицахъ Пти и Вудбьюри въ зависимости отношенія между наружнымъ и внутреннимъ радіусомъ.

$$K = \frac{R}{r}.$$

По C опредѣляется настоящій распоръ свода.

$$Q = r^2 C \times S,$$

гдѣ S = вѣсъ 1 куб. фута бетона свода около 4 пудовъ.

Затѣмъ опредѣляется наибольшій возможный распоръ свода при предѣльной нагрузкѣ изъ формулы наибольшаго возможнаго сжатія на 1 дюйм. сѣченія замка

$$K = 2Q\frac{max}{a},$$

гдѣ a толщина свода въ замкѣ, а k предѣлъ прочности бетона на сжатіе опредѣленъ на основаніи опытовъ надъ разрывомъ образчиковъ изъ чистаго цемента, считая, что предѣлъ раздробленія чистаго цемента отъ 7 до 8 разъ болѣе предѣла его разрыва (а для бетона будетъ меньше пропорціонально относительному количеству цемента, въ его составъ входящаго). Зная $Q\ max$, на основаніи формулы

$$Q\ max = r^2 C s',$$

вычислялся разсчетный вѣсъ 1 куб. матеріала свода s', т. е. такой предполагаемый наиболѣе грузный матеріалъ свода, при которомъ сводъ еще сохраняетъ нѣкоторую минимальную прочность. Наибольшая нагрузка должна быть равна разности дѣйствительнаго и разсчетнаго вѣсовъ матеріала свода.

Въ видахъ ближайшаго ознакомленія со способами исполненія устройства бетонныхъ сводовъ на практикѣ, полагается небезполезнымъ привести ниже описаніе нѣсколькихъ примѣровъ устройства таковыхъ сводовъ въ натурѣ.

1) При перестройкѣ потолковъ въ церкви Рождества Богородицы (Maria Geburt) въ Вѣнѣ въ 1886 году, для заполненія промежутковъ между двумя металлическими балками рѣшено было устроить бетонные сводики.

Средній нефъ церкви, имѣющій въ ширину 12,30 метра, былъ перекрытъ составными балками, склепанными изъ котельнаго желѣза, положенными на разстояніи въ 3 метра между осями; на эти главныя балки поперегъ положены прокатныя желѣзныя балки меньшихъ размѣровъ, разстояніе между осями которыхъ равнялось 1 метру; образовавшіяся такимъ образомъ поля въ 3 метра длиною и 1 метръ шириною, были заполнены слоемъ бетона въ 15 сантим. толщиною. Для установки на мѣсто желѣзныхъ балокъ были сдѣланы лѣса, послужившіе затѣмъ опорой для кружалъ бетонныхъ сводиковъ; свѣже приготовленный бетонъ, состоявшій изъ 1 части лучшей гидравлической извести, 2 ч. мелко-зернистаго дунайскаго песку и 3 част. кирпичнаго щебня, поднимался наверхъ, разравнивался и плотно утрамбовывался. Черезъ три дня бетонъ окрѣпъ настолько, что можно было вынуть кружала, не опасаясь никакихъ послѣдствій, послѣ чего тотчасъ же было приступлено къ штукатуркѣ его.

При опредѣленіи разсчетомъ потребной толщины бетоннаго слоя, полная нагрузка (собственный вѣсъ и временная нагрузка) была принята въ 425 килогр. на 1 квадр. метръ; разсчетъ былъ сдѣланъ на основаніи испытанія бетонныхъ пробъ, разсматривая бетонную плиту какъ свободно изгибаемую балку на 2 опорахъ. Одно изъ сдѣланныхъ бетонныхъ полей было, для испытанія, подвергнуто нагрузкѣ въ 1200 килограм. на 1 кв. метръ, причемъ 15-ти сантиметровый слой бетона не обнаружилъ ни малѣйшихъ признаковъ начинающагося разрушенія; желѣзныя балки при этомъ были нагружены уже почти до предѣла прочнаго сопротивленія.

Общая стоимость 511 кв. метр. покрытія составляли:

Система желѣзныхъ балокъ (вѣсомъ 53,828 килогр.)	8,000	флорин.
Бетонъ	1,000	„
Штукатурка и лѣпная работа	1,700	„
Различныя каменныя работы	1,300	„
Всего	12,000	флорин.

2) При постройкѣ въ 1885 году въ Крыму, въ имѣніи Великаго Князя Константина Николаевича Ореанда рѣшено было, пользуясь хорошимъ качествомъ новороссійскаго портландскаго цемента, устроить своды и куполъ изъ бетона, тѣмъ болѣе, что морской гравій для него могъ быть доставленъ безъ особаго затрудненія и съ небольшими расходами.

Толщина цилиндрическаго полуциркульнаго свода въ алтарѣ, при пролетѣ 7 аршинъ, сдѣлана 3 вершка въ замкѣ и 7 вершковъ въ пятахъ, причемъ составъ бетона былъ принятъ: на 6 частей гравія морского, 4 части песка и 1 часть цемента по объему. Для купола толщина свода вверху 3 вершка постенно увеличивалась къ пятамъ до 7 вершковъ, но составъ бетона былъ взятъ на тоже количество гравія и песка вдвое болѣе цемента противъ цилиндрическаго свода.

Изъ бетона были также сдѣланы четыре полускуфьи, чер. 1185—1186 (текстъ), три большихъ скуфьи и четыре большихъ арки. При работахъ обращалось особенное вниманіе на перемѣшиваніе и утрамбовку раствора. Кружала снимались не ранѣе 29 дней. Своды и куполъ вышли весьма удачны и составляютъ общій монолитъ. Въ виду особеннаго сцѣпленія цемента въ бетонѣ, можно принять арку изъ этого матеріала, какъ отлитую изъ чугуна или другого матеріала.

Если-бы, при высотѣ стѣнъ въ церкви около 3-хъ сажень и толщинѣ ихъ всего въ аршинъ, сдѣланъ былъ цилиндрическій сводъ въ алтарѣ изъ штучнаго камня или даже въ 1 кирпичъ, то устойчивость опоры была-бы недостаточна, такъ какъ при толщинѣ свода 8 вершковъ изъ штучнаго камня, толщина опоръ при вышинѣ 3-хъ сажень должна быть не менѣе 2-хъ аршинъ.

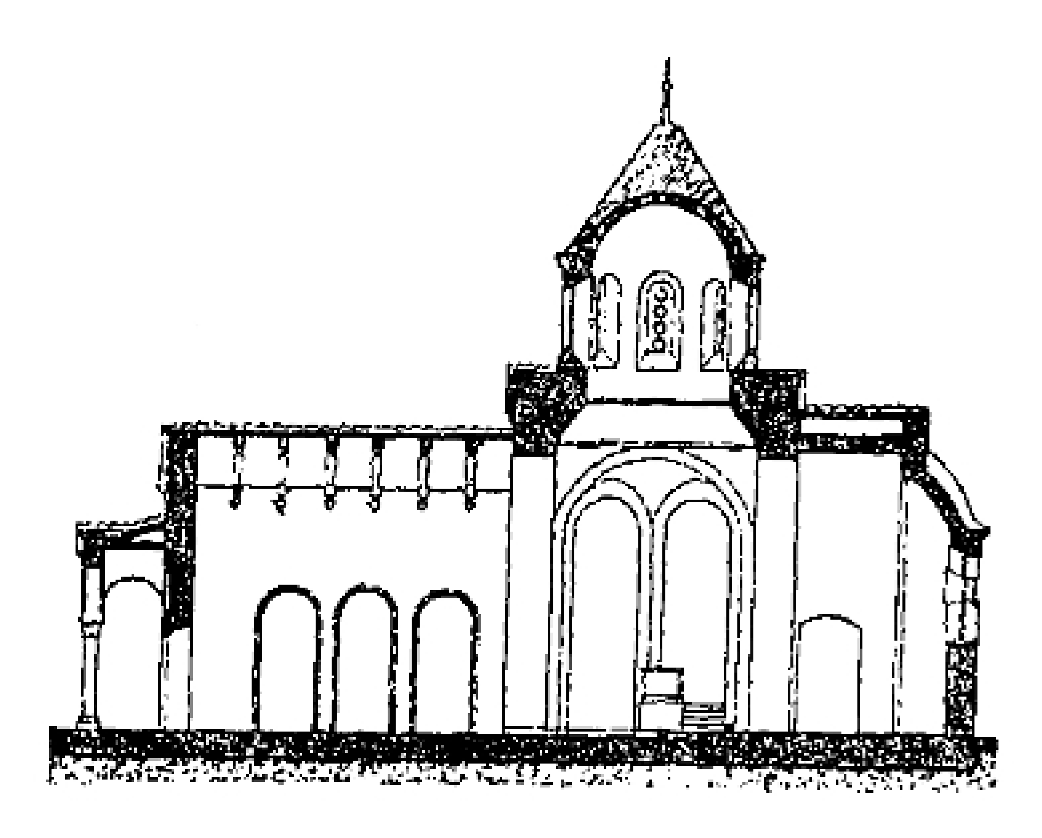
Дѣйствительно, если въ данномъ сводѣ, діаметръ котораго

$$2\,r = 16{,}34 \text{ фута} = 7 \text{ аршин., то}$$

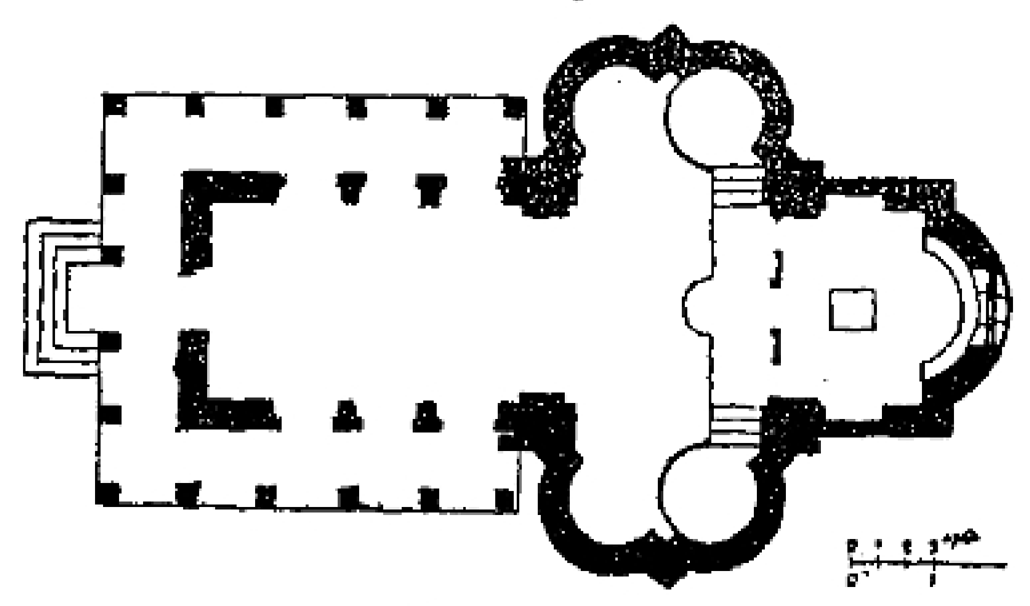
$$R = 8{,}17 + 1{,}17 = 9{,}34,\ R = r + a,\ a = 1{,}17, = 8 \text{ вершк.}$$

$$r = 8{,}17,\ K = \frac{R}{r} = \frac{9{,}34}{8{,}17} = 1{,}14.$$

Какъ изъ соотвѣтствующихъ $K = 1{,}14$, коэффиціентъ распора



Чер. 1185.



Чер. 1186.

$C = 0{,}08729$ (таб. Пти) есть наибольшій, то настоящій распоръ свода отвѣчаетъ случаю вращенія и на погонный футъ длины свода будетъ:

$$Q = r^2,\ C = 0{,}08729 + (8{,}17)^2 = 5{,}83 \text{ кв. футъ, или}$$

$$5{,}83 + 3{,}50 = 20{,}405 \text{ пудъ,}$$

считая 3,50 пуд. вѣсъ кубическаго фута цементной кладки.

Предѣльная толщина опоры, практическая при $\mu = 1,90$:

$$e = r\sqrt{2\mu c} = 4,60,$$

а для мгновеннаго равновѣсія:

$$\mu = 1, \ e = 3,268.$$

3) На работахъ, при постройкѣ плотины на р. Мургабѣ въ Мургабскомъ Государевомъ имѣніи, производились опыты надъ устройствомъ сводчатыхъ бетонныхъ сооруженій безъ кружалъ и подпорныхъ стѣнокъ.

Опыты эти привели къ прекраснымъ результатамъ: дѣйствительно, постройка бетонныхъ сводовъ нижеописаннымъ способомъ производится очень просто и скоро; по прочности и долговѣчности они несравненно выше всякихъ другихъ деревянныхъ и даже желѣзныхъ перекрытій; наконецъ, стоимость подобныхъ сооруженій весьма не велика, въ виду того, что не приходится дѣлать подпорныхъ стѣнокъ и можно выводить своды безъ кружалъ.

Чер. 1187 (текстъ) представляетъ конструкцію купольнаго свода на Султанъ-Бентѣ, предназначеннаго для погреба.

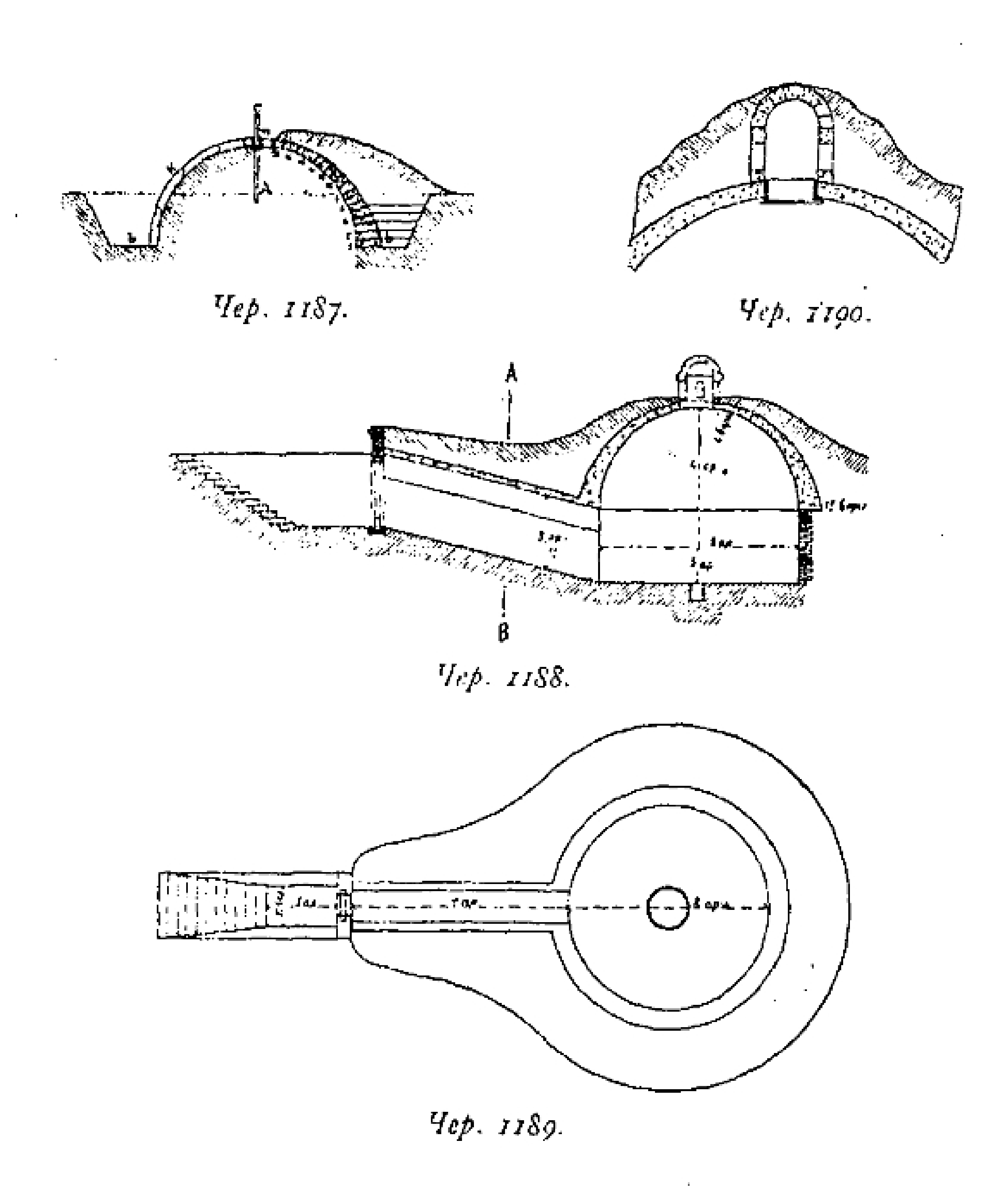
На землѣ, съ помощью деревяннаго шаблона, раздѣлывается бугоръ, имѣющій видъ правильнаго купола. Раздѣлка земляного купола видна изъ чертежа. Земля вынимается изъ ровика *bb*, насыпается для образованія бугра *A*, поливается и утрамбовывается послѣдовательными слоями, пока бугоръ не приметъ совершенно правильной купольной формы и деревянный шаблонъ *K* свободно, не задѣвая земли, не станетъ вращаться вокругъ кола *C*; затѣмъ бугоръ обмазывается глиной съ рубленною соломою.

Когда такимъ образомъ подготовленъ земляной куполъ, приступаютъ къ выдѣлкѣ бетоннаго свода. Для ручного приготовленія бетона насыпаютъ въ деревянное творило 1 мѣрку гидравлической извести и 2 мѣрки чистаго песку, по возможности крупно-зернистаго, кварцеваго. Песокъ съ известью тщательно перемѣшивается на сухо, пока смѣсь не приметъ совершенно однороднаго цвѣта. Затѣмъ смѣсь поливаютъ и снова перемѣшиваютъ.

При точныхъ опытахъ съ тейльской гидравлической известью было опредѣлено, что бетонъ получается самаго лучшаго качества въ томъ случаѣ, когдъ вѣсъ воды, взятой для приготовленія бетона, равенъ 0,60 вѣса гидравлической извести.

Но, на практикѣ, количество воды сильно измѣняется въ зависимости отъ температуры и назначенія бетона. Въ жаркій день, въ особенности въ Закаспійской области, для приготовленія бетона слѣдуетъ брать воды значительно больше опредѣленнаго выше количества. Если основаніе, на которомъ дѣлается бетонъ, очень твердое, можно дѣлать этотъ послѣдній посуше; для мелкой работы тоже лучше употреблять бетонъ болѣе сухой; для большихъ массъ можно дѣлать его болѣе влажнымъ.

Въ послѣднемъ случаѣ бетонъ не требуетъ такой тщательной трамбовки, но получается менѣе плотный, нѣсколько ноздреватый, вслѣдствіе того, что лишняя вода, не входящая въ химическую реакцію, испаряется. Свѣже приготовленный бетонъ полезно прикрывать землей, потому-что подъ вліяніемъ солнечной жары бетонъ слишкомъ быстро высыхаетъ и воды можетъ оказаться недостаточно для правильнаго затвердѣнія.



Чер. 1187.

Чер. 1190.

Чер. 1188.

Чер. 1189.

Когда смѣсь готова, берутъ носилки емкостью въ 4 мѣрки, представляющія ящикъ съ рѣшетчатымъ дномъ, наполняютъ его щебнемъ кирпичнымъ или каменнымъ и поливаютъ водою, затѣмъ высыпаютъ щебень въ творило и массу снова тщательно перемѣшиваютъ, чтобы каждый кусокъ щебня былъ облѣпленъ тѣстомъ.

Щебень долженъ быть хорошо промоченъ, въ противномъ случаѣ вода, заключающая въ смѣси извести съ пескомъ, поглощается сухимъ щебнемъ и бетономъ, не затвердѣетъ. Размѣръ щебня не долженъ превышать величины грецкаго орѣха, когда онъ предназначается для постройки сводовъ.

Приготовленный такимъ образомъ бетонъ представляетъ грязноватую массу, скорѣе разсыпчатую, чѣмъ въ видѣ тѣста.

Бетонъ подносится на носилкахъ и высыпается въ ровикъ *b* концентрическимъ слоемъ, толщиною около 4-хъ вершковъ и трамбуется ручными деревянными трамбовками. Трамбовать слѣдуетъ сначала сильными, а затѣмъ слабыми ударами. Если при легкомъ ударѣ трамбовки бетонъ выпучивается, то это указываетъ на то, что воды взято слишкомъ много. Влажность бетона достаточна, если этотъ послѣдній легко трамбуется, а послѣ его трамбованія на его поверхности слегка выступаетъ известковое молоко.

Когда утрамбованъ первый слой, онъ засыпается землей до верхняго уровня бетона, подобнымъ же образомъ набиваются и слѣдующіе слои. Чтобы послѣдовательные слои бетона соединялись между собою, слѣдуетъ передъ забивкой новаго слоя, нижній разцарапать киркой и полить известковымъ молокомъ.

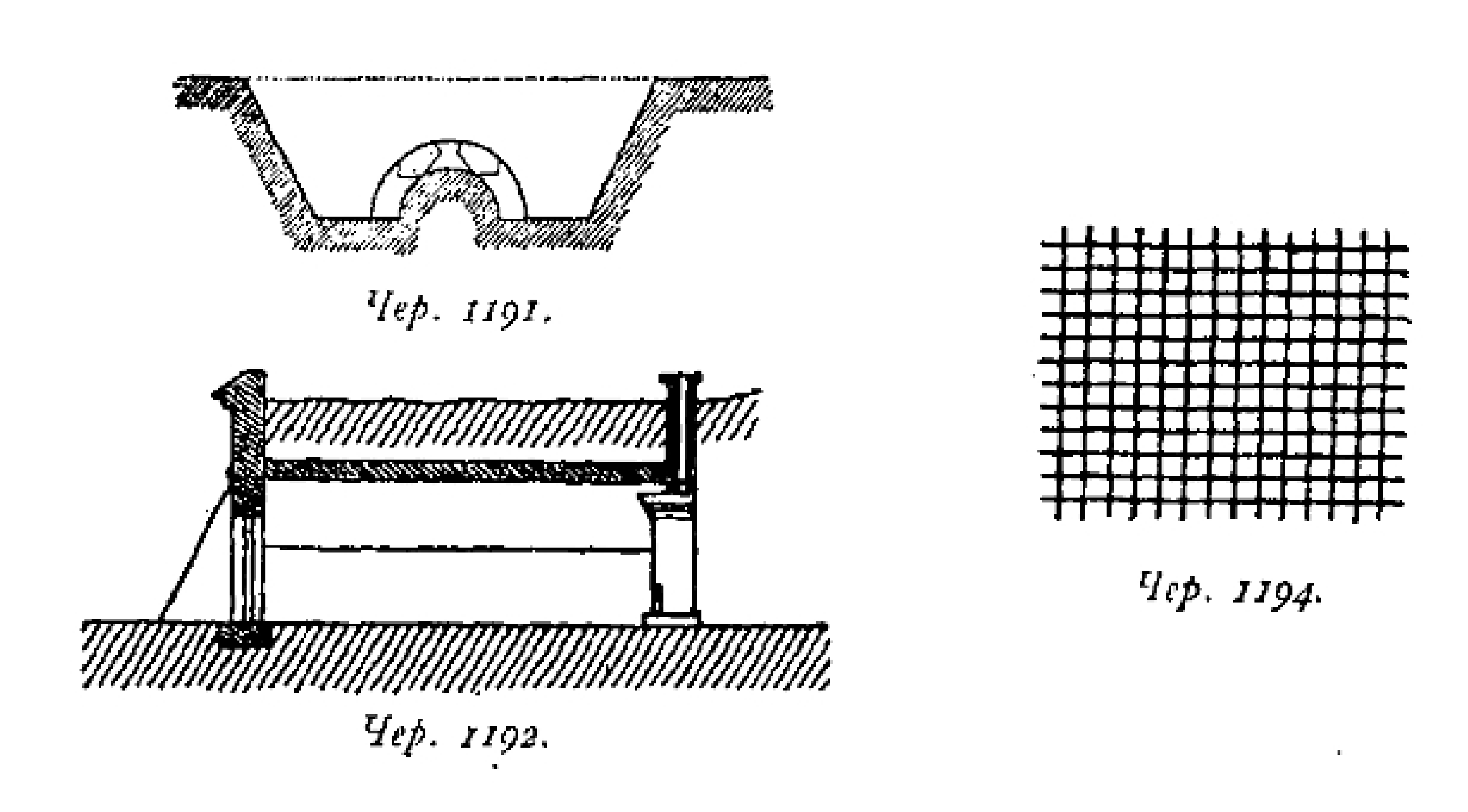
На чер. 1187 (текстъ), съ правой стороны, показано, что при постройкѣ свода было набито 20 концентрическихъ бетонныхъ слоевъ, причемъ каждый изъ нихъ, послѣдовательно, засыпался землею. Толщина каждаго слоя дѣлалась не болѣе 4-хъ вершковъ, чтобы бетонная масса была лучше протрамбована. Когда былъ набитъ предпослѣдній, 19 слой, на вершинѣ свода устанавливалось досчатое кольцо *m*, а промежутокъ 20-й забивался бетономъ. При пролетѣ въ 8 аршинъ, толщина свода у пятъ была доведена до 12 вершковъ, а у вершины до 6 вершковъ.

На опытѣ-же оказалось, что такая толщина свода преувеличена и представляетъ слишкомъ большой запасъ прочности. Теоретическая повѣрка прочности и устойчивости бетоннаго свода очень затруднительна, потому-что достоинство этого послѣдняго вполнѣ зависитъ отъ качества бетона. По этой причинѣ, при опредѣленіи толщины свода приходится болѣе сообразоваться съ существующими уже и испытанными бетонными постройками. Полное затвердѣніе бетона изъ гидравлической извести происходитъ чрезъ нѣсколько лѣтъ, но чрезъ 2 недѣли бетонъ настолько закрѣпаетъ, что можно открывать сводъ.

Для этого, черезъ деревянное кольцо *m*, земля вырывается изъ подъ бетоннаго свода и выбрасывается наружу. Если грунтъ твердый, то доведя отрывку до пятъ свода, можно углубяться дальше, оставляя земляныя отвѣсныя стѣнки. Въ нашемъ случаѣ, грунтъ на мѣстѣ постройки погреба оказался насыпной (мѣсто постройки старой Текинской крѣпости, причемъ при отрывкѣ даже встрѣтили древнюю подземную потерну, перекрытую сводомъ). Но качество и прочность бетоннаго свода были

настолько велики, что сводъ не далъ ни малѣйшей трещины и держался какъ бы огромная сплошная шанка, положенная на нетвердомъ грунтѣ. Вслѣдствіе плохаго качества грунта, пришлось одѣть кирпичемъ стѣнки погреба.

Когда, такимъ образомъ, земля была вынута изъ подъ бетоннаго свода, для входа въ него была устроена галлерея, перекрытая наклоннымъ цилиндрическимъ сводомъ. Чтобы подготовить земляную поверхность для набивки наклоннаго бетоннаго свода, была открыта наклонная плоскость, начинающаяся у поверхности земли и кончающаяся подъ пятой купольнаго свода погреба. Эта наклонная плоскость представляла вершину цилиндрическаго свода галлереи; по деревянному полукруглому шаблону на этой плоскости былъ отрытъ земляной наклонный цилиндръ, который былъ обмазанъ глиной съ соломою, чер. 1188—1189 (текстъ). На полученной такимъ образомъ земляной формѣ набивался бетонный сводъ, по вышеизложенному способу.



Чер. 1191.

Чер. 1192.

Чер. 1194.

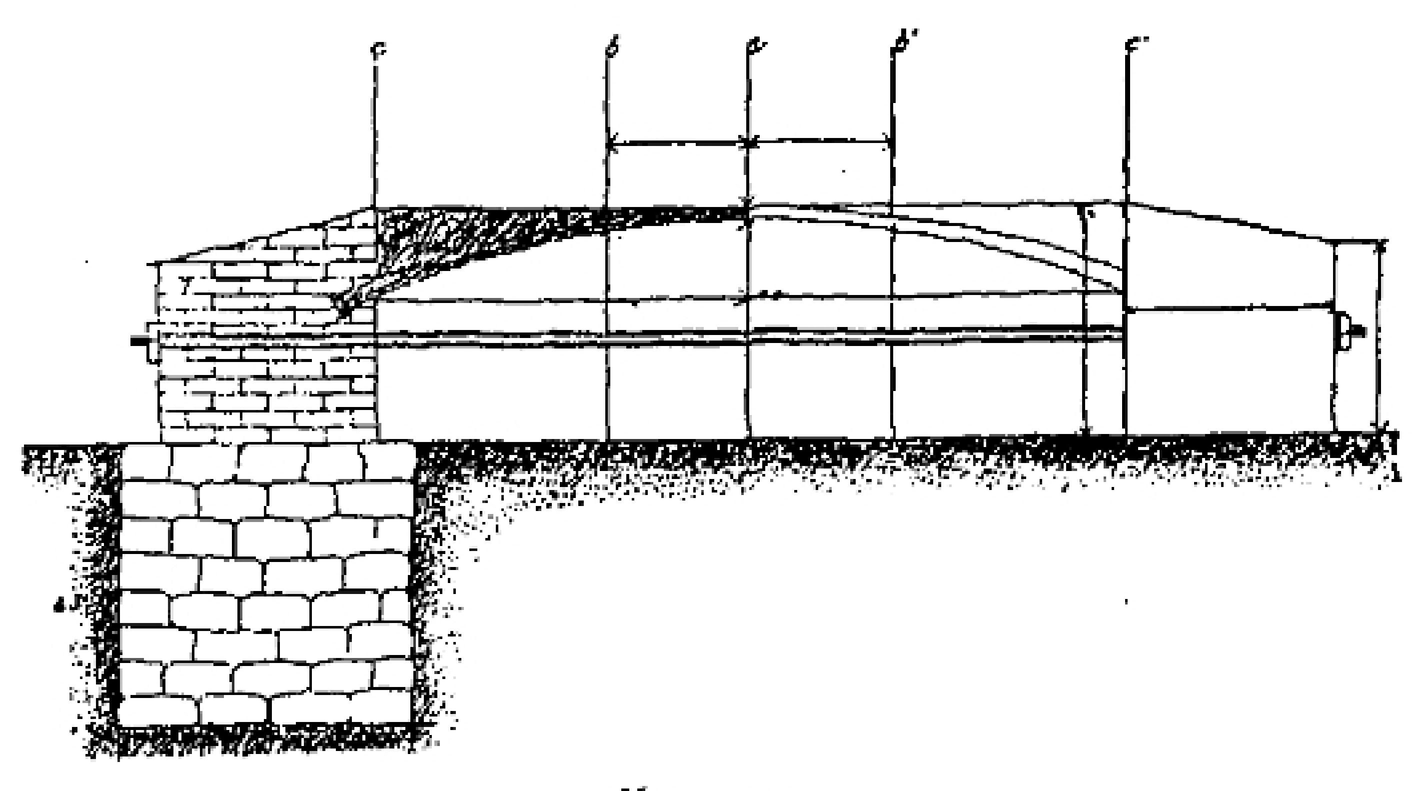
Передъ входомъ въ наклонную плоскость была выведена каменная стѣнка, снабженная дверью. Надъ купольнымъ сводомъ, для освѣщенія и вентиляціи, былъ устроенъ фонарикъ слѣдующимъ образомъ: надъ деревяннымъ кольцомъ *m*, изъ земли и глины съ соломою, по шаблону былъ сбитъ цилиндръ, вышиною въ 1 аршинъ, а надъ нимъ, тоже изъ земли, чер. 1190 (текстъ), куполъ. Вокругъ землянаго цилиндра, концентрическими слоями набивался бетонъ; въ томъ мѣстѣ, гдѣ должны были быть окна, вставлялись необожженные сырцовые кирпичи, закругленныя съ верхней стороны.

Когда бетонъ закрѣпъ, земля была разрыта; сырцовые кирпичи, вдѣланные въ бетонъ на мѣстѣ оконъ, были вынуты, а изъ образовавшихся такимъ образомъ отверстій, земля съ глиной была вырыта изъ подъ бетоннаго фонаря. Своды и стѣнки погреба были оштукатурены гидравлической известью.

Стоимость всей постройки съ работою и матеріаломъ составила 363 р. 70 коп.

Кромѣ описаннаго погреба въ Султанъ-Бентѣ были построены 3 силоса (погреба для храненія зерна). Они были возведены на твердой лёссовой почвѣ, поэтому подпорныя стѣнки силосовъ держались вертикально безъ всякой одежды, хотя высота ихъ доходила до 4-хъ саженъ. Каждый изъ этихъ силосовъ былъ перекрыть купольнымъ сводомъ, діаметромъ въ 2 сажени. Въ деревянномъ кольцѣ, надъ вершиной свода устроена двойная крышка: черезъ это отверстіе совершается нагрузка и выгрузка зерна. Въ каждомъ силосѣ помѣщается около 5.000 пудовъ зерна. Наконецъ, подобнымъ-же образомъ была построена на Султанъ-Бентѣ сводчатая бетонная башня, перекрытая большимъ цилиндрическимъ сводомъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда грунтъ настолько крѣпокъ, что стѣнки погреба могутъ держаться вертикально безъ кирпичной одежды, безъ того



Чер. 1193

незначительная стоимость сооруженія уменьшается почти на $^1/_3$ часть, чер. 1191 и 1192 (текстъ).

Если замѣнить гидравлическую известь цементомъ, то бетонъ скорѣе затвердѣетъ и можно будетъ раскрывать погребъ много ранѣе сказаннаго выше срока. Вслѣдствіе своей дешевизны, простоты и быстроты постройки и своей прочности, описанныя постройки вполнѣ удобопримѣнимы, въ особенности для погребовъ, хлѣбныхъ магазиновъ и проч.

При постройкѣ фирмою Duckerhoff, въ 1884 г., резервуара городского водопровода въ Нюрнбергѣ, были устроены своды изъ бетона, причемъ радіусъ сводовъ = 2,60 метра; толщина свода въ замкѣ 0,25 метра; толщина наружныхъ стѣнъ зданія 1,30 метра. Бетонъ на устройство сводовъ состоялъ изъ 1 части цемента, 3 частей песку, 3 частей гравія и 7 частей щебня. Кружала сводовъ укрѣплялись помощью клиньевъ на щитахъ опалубки (формахъ) стѣнъ, покрывались настиломъ изъ толстыхъ,

узкихъ досокъ и, сверхъ послѣдняго, желѣзными листами для того, чтобы при утрамбованіи бетона сводовъ отъ досокъ не откалывались-бы щепки, могущія попасть въ бетонную массу, а равно и для того, чтобы выступающая при уколачиваніи вода не протекала въ щели палубы и не размывала такимъ образомъ смежные слои цемента. Затѣмъ бетонъ накладывался слоями во всю длину свода, толщиною около 20 сантиметровъ, начиная отъ опоръ и утрамбовывался ударами, нормальными къ поверхности свода.

Замокъ свода укладывался плоскими (горизонтальными) слоями меньшей толщины и утрамбовывался вертикальными ударами. Поверхность свода, по отвердѣніи бетона (1—2 дня спустя по укладкѣ его) покрывалась тонкимъ слоемъ раствора изъ 1 части цемента и 4 частей песку и по отвердѣніи послѣдняго — жидкимъ цементнымъ тѣстомъ.

По опытамъ Баушингера и изъ наблюденій надъ бетонными постройками въ Германіи, пришли къ слѣдующимъ выводамъ относительно устройства бетонныхъ сводиковъ между балками. При высокихъ двутавровыхъ балкахъ сводамъ слѣдуетъ давать форму коробовой кривой, такъ какъ при этомъ достигается значительная экономія въ расходѣ бетона.

Сверху бетонъ или ограничивается горизонтальной плоскостью въ уровень съ верхнимъ поясомъ или флянцемъ балки или же, что еще лучше, поверхность бетона на 4—5 сантиметр. выше поясовъ балокъ, причемъ уменьшается возможность откалыванія бетона при сотрясеніяхъ.

Какъ полы, такъ и своды, на которые опираются полы, лучше дѣлать изъ одного и того-же матаріала-бетона. Опыты показали, что бетонные своды, примыкающіе одной стороной къ кирпичной кладкѣ, даютъ трещины около замка. Такъ, напримѣръ, если въ какомъ либо помѣщеніи бетонные своды будутъ перекинуты между двумя тавровыми балками, то средніе своды, опирающіеся обѣими пятами на балки, останутся невредимы; крайніе же своды, опирающіеся съ одной лишь стороны на балку, а съ другой на кирпичную стѣну непремѣнно дадутъ трещины, хотя-бы балка и была неразрывно связана со стѣною. Чтобы по возможности избѣгнуть этого неудобства, надо у стѣны также класть балку, которая и будетъ служить опорой для крайняго свода и связывать эту балку съ остальными.

Для сводовъ, не испытывающихъ какихъ-либо чрезвычайныхъ нагрузокъ, вполнѣ достаточенъ подъемъ въ $^1/_{10}$. Опытъ

показалъ, что трещины, иногда замѣчаемыя въ такихъ сводахъ, совершенно безвредны для ихъ прочности; однако, во избѣжаніе некрасиваго вида, тамъ, гдѣ своды перекинуты, между многими двутавровыми балками, слѣдуетъ въ цементной штукатуркѣ сводовъ, близъ замка, дѣлать глубокія ру сты, по которымъ и направятся впослѣдствіи трещины. При этомъ послѣднія наименѣе замѣтны.

Бетонные своды замѣчательно хорошо сопротивляются ударамъ и сотрясеніямъ; кромѣ того они хорошо выдерживаютъ сильный жаръ и дѣйствіе водяной струи даже въ нагрѣтомъ состояніи.

Все, что пояснено выше объ устройствѣ обыкновенныхъ бетонныхъ сводовъ, очевидно, одинаково относится и къ сводамъ, устраиваемымъ по системѣ *Монье*, съ тою только еще разницею, что своды желѣзно-цементной конструкціи Монье, какъ показали опыты, произведенные въ Берлинѣ, Бреславлѣ и въ Вѣнѣ въ 1886 году, оказываютъ большее сопротивленіе разрушенію противу сводовъ изъ обыкновеннаго бетона безъ желѣзнаго проволочнаго вплетенія.

Съ цѣлью выясненія путемъ оффиціальныхъ опытовъ въ Россіи техническихъ преимуществъ желѣзно-бетонныхъ сооруженій по системѣ „Монье", съ разрѣшенія Министерствъ Путей Сообщенія, Внутреннихъ Дѣлъ и Военнаго, подъ общимъ наблюденіемъ Механической Лабораторіи Института Инженеровъ Путей Сообщенія Императора Александра I, производились, съ 1-го по 5-е ноября 1891 г. на Преображенскомъ плацу въ С.-Петербургѣ, опыты надъ сопротивленіемъ разрушенію сооруженій желѣзно-бетонныхъ по системѣ „Монье" и между прочимъ надъ 2-мя сводами.

Одинъ сводъ былъ устроенъ съ каркасомъ. На фундаментѣ изъ бутовой плиты, глубиною 1,5 метра были выведены два столба изъ кирпича на цементномъ растворѣ; для противудѣйствія распору свода, оба столба были соединены между собою тремя желѣзными связями, діам. 4 милим., чер. 1193 и 1194 (текстъ).

Пяты сводовъ упирались въ желѣзныя двутавровыя балки. На устроенной опалубкѣ изготовлялся желѣзный каркасъ, который затѣмъ затрамбовался растворомъ изъ одной части цемента и 3-хъ частей песку. Пазухи отвердѣвшаго свода выравнивались тощимъ бетономъ; сводъ освобожденъ былъ отъ опалубки чрезъ двѣ недѣли по изготовленіи.

Для сравненія сопротивленія сводовъ съ каркасомъ и безъ каркаса, изготовленъ былъ бетонный сводъ безъ каркаса, одинаковыхъ размѣровъ съ первымъ. Своды были пологіе съ подъемомъ $^1/_{10}$; толщина ихъ въ

ключѣ 5 сантим. Каркасъ былъ уложенъ на 1/6 толщины свода отъ его нижней поверхности и составленъ изъ продольныхъ прутьевъ въ 7 миллим. и поперечныхъ въ 5 миллим., при одинаковомъ взаимномъ разстояніи другъ отъ друга въ 7 сантим. Пролетъ свода 4,0 метра; ширина 1 метръ; стрѣла 1/10 пролета = 0,4 метра; толщина свода въ ключѣ 5 сантиметровъ, въ пятахъ 8 сантим.

Своды были подвергнуты только односторонней равномѣрной нагрузкѣ; нагруженіе велось свинками и прогибы въ нѣсколькихъ точкахъ по пролету опредѣлялись указателями.

Основаніемъ для величины нагрузки служила принятая въ разсчетъ безопасная нагрузка 800 килограм. на квадр. метръ, что составляло на разсчетную площадь полусвода около 100 пудовъ.

Результатами опытовъ было то, что сводъ съ каркасомъ разрушился отъ груза втрое болѣе принятаго въ разсчетъ безопаснаго груза; и сводъ съ каркасомъ разрушился отъ груза въ 1,4 раза болѣе, чѣмъ сводъ безъ каркаса.

Принимая въ соображеніе все вышеизложенное относительно качествъ бетонныхъ сводовъ, а также и то, что остатки такихъ сводовъ, сохранившіеся по настоящее время въ развалинахъ древнихъ зданій, т. е. въ такомъ положеніи, въ которомъ на нихъ безпрепятственно дѣйствуютъ всѣ разрушительныя силы атмосферы, доказываютъ ихъ чрезвычайную прочность, нельзя не придти къ заключенію, что своды эти могутъ считаться однимъ изъ самыхъ лучшихъ несгораемыхъ покрытій.

ГЛАВА VIII.

КРЫШИ (стропила и кровли).

---

§ 94. **Краткій историческій очеркъ.** Съ цѣлью защиты зданія отъ перемѣнъ атмосферы и еще болѣе отъ разрушительнаго дѣйствія дождевой воды и снѣга, поверхъ его устраивается особое покрытіе, извѣстное подъ общимъ названіемъ *крыши*.

Въ южныхъ странахъ, гдѣ дожди рѣдки и непродолжительны, а снѣгу почти вовсе не бываетъ, зданіе ограничивается сверху наружною поверхностью свода или потолка, одѣтою камнемъ и устроенною съ малымъ уклономъ для стока воды. Ее называютъ *террасою*, если она устроена такимъ образомъ, что по ней можно ходить.

Въ странахъ болѣе сѣверныхъ, гдѣ дожди часты, мелки, рѣзки и продолжительны и гдѣ, кромѣ того, снѣгъ по нѣсколько мѣсяцевъ въ году покрываетъ землю, способы, содѣйствующіе стоку воды, должны быть тѣмъ дѣйствительнѣе, чѣмъ болѣе масса выпадающаго дождя и снѣга и чѣмъ долѣе снѣгъ остается на крышѣ. Поэтому поверхности, по которымъ вода стекаетъ, поднимаются круче, чѣмъ въ террасахъ, отдѣляются отъ наружныхъ поверхностей сводовъ или потолковъ и утверждаются на особыхъ основаніяхъ.

Вообще крутизна крышъ зависитъ отъ свойствъ того матеріала, который примѣняется на ихъ устройство, отъ климата страны, обыкновенія или привычки, а иногда и постановленія правительства и наконецъ отъ эстетическихъ условій, вслѣдствіе которыхъ почти каждый архитектурный стиль отличается свойственными ему формами крышъ.

Такъ, напримѣръ, на чер. 1083—1085, 1089—1091 (атласъ) показаны остатки древнихъ ликійскихъ и египетскихъ зданій, изъ которыхъ видно, что въ Египтѣ строенія покрывались террасами, составленными изъ плоскихъ каменныхъ плитъ. Подобное покрытіе произошло оттого, что оно, подходя всего ближе къ первоначальнымъ египетскимъ строеніямъ, вытесываемымъ въ толщѣ скалъ, представляло вѣковую прочность и въ особенности оттого, что каменныя плиты большихъ размѣровъ находились въ изобиліи, тогда какъ недостатокъ дерева не позволялъ устраивать стропилъ. Народы, обитающіе въ восточной Азіи, во многихъ мѣстахъ пользуются климатомъ, подобнымъ египетскому, но однакожъ у нихъ всѣ крыши имѣютъ покатости и сходятся въ одну точку, напоминая этимъ шатры, которые составляли нѣкогда ихъ первоначальныя жилища, что легко видѣть изъ чертежей 1087—1088, 1095—1097 (атласъ), представляющихъ древніе этрусскіе памятники и индѣйскія пагоды.

Въ Греціи, изобиловавшей деревомъ, надъ строеніями устраивались стропила, на которыхъ настилали потомъ плоскія двускатыя крыши, чер. 1086, 1101, 1105 (атласъ).

Въ Италіи пуццолана давала возможность покрывать верхи строеній непроницаемою для сырости смазкою, которая можетъ быть расположена прямо на своды или потолки; отъ этого произошло частое употребленіе террасъ, въ особенности въ окрестностяхъ Неаполя.

Устройство, взамѣнъ горизонтальныхъ потолковъ, купольныхъ покрытій дало начало купольныхъ крышамъ, которыми покрывались монументальныя зданія стиля римскаго и возрожденія, формы которыхъ: коническія, полукруглыя и эллипсоидальныя, нерѣдко примѣняются и въ настоящее время.

На чер. 1108—1111, 1114—1116 и 1119 (атласъ) представлены купольныя покрытія на наиболѣе выдающихся зданіяхъ, каковы: Пантеонъ, памятникъ Траяна, соборъ Петра въ Римѣ, св. Павла въ Лондонѣ, церковь Инвалидовъ въ Парижѣ, Maria della Saluta въ Венеціи, св. Исаакія въ С.-Петербургѣ.

При сравненіи формъ купольныхъ крышъ поименованныхъ зданій съ таковыми же формами крышъ на зданіяхъ индѣйскихъ пагодъ и мавританскихъ мечетей, чер. 1094—1100 и 1102—1104 (атласъ) легко замѣтить значительную разницу между тѣми и другими. Въ купольныхъ крышахъ зданій римскаго стиля и возрожденія повторяется въ поперечномъ сѣченіи

форма конуса, правильнаго и приподнятаго полукруга и, наконецъ, эллипсиса, тогда какъ въ крышахъ зданій индѣйской и мавританской архитектуры, поперечное сѣченіе ихъ скорѣе подходитъ къ формамъ иногда сегмента круга, а иногда луковицъ.

Купола зданій греко-византійскаго стиля покрывались крышами, имѣвшими въ большинствѣ случаевъ форму шароваго отрѣзка, что легко усмотрѣть изъ чер. 1126—1130, 1135 (атласъ), представляющихъ покрытія храма св. Софіи въ Константинополѣ и древнихъ церквей въ Аѳинахъ.

Зданія романской архитектуры отличались, въ большинствѣ случаевъ, крышами: коническими, пирамидальными и многощипцовыми, что видно изъ чер. 1115, 1117 и 1121 (атласъ), представляющихъ соборы въ Вормсѣ, Лимбургѣ и Апостолическую церковь въ Кельнѣ. Стрѣльчатые арки и своды зданій готическаго стиля вызвали примѣненіе очень крутыхъ кровель, которыя и по настоящее время составляютъ одинъ изъ характеристическихъ признаковъ зданій готическаго стиля, чер. 1122—1125 (атласъ).

Крыши надъ куполами церквей въ Грузіи и Арменіи, также какъ и надъ церквами романскаго стиля, отличаются формою пирамидальной, но пирамидальныя крыши грузинскихъ и армянскихъ церквей разнятся отъ пирамидальныхъ крышъ церквей романской архитектуры болѣе значительнымъ количествомъ граней въ пирамидахъ, чер. 1131—1133 (атласъ).

Крыши надъ зданіями русско-византійской архитектуры имѣли формы: или луковицы надъ цилиндрическимъ или многограннымъ барабаномъ или же шатра, состоящаго изъ пирамиды, надъ четырехъ или восьмиграннымъ барабаномъ, оканчивающейся небольшою главкою въ видѣ луковицы.

Образцы тѣхъ и другихъ формъ показаны на чер. 1136—1157 (атласъ), представляющихъ: крыши надъ церквами Покрова Божіей Матери на Нерли, чер. 1145, Василія Блаженнаго, Грузинскія Божіей Матери и Владимірской Божіей Матери въ Москвѣ, чер. 1138, 1139, 1141—1146, 1148 (атласъ). Соборъ и Кремль въ Ростовѣ, чер. 1140, главы надъ церковью Іоанна Предтечи и колокольня Іоанна Богослова въ Ярославлѣ, чер. 1136 и 1147, глава церкви въ г. Старицѣ, чер. 1157, въ селѣ Медвѣдково подъ Москвою, чер. 1156, деревянныя церкви Олонецкой, Тверской губерніи и въ Царскомъ Селѣ, чер. 1149—1155 (атласъ).

Все вышеизложенное о формахъ крышъ относится до крышъ надъ зданіями церковными или по меньшей мѣрѣ монументальными; что-же касается до зданій обыкновенныхъ жилыхъ, то форма крышъ на таковыхъ зданіяхъ зависѣла:

а) Отъ климатическихъ условій. Въ сѣверныхъ странахъ террасы встрѣчаются рѣже, чѣмъ въ южныхъ, вслѣдствіе болѣе суроваго климата.

b) Отъ рода матеріала, примѣняемаго на устройство крышъ. Въ средніе вѣка вошли въ употребленіе крутыя крыши, необходимыя при кровляхъ, дѣлаемыхъ изъ аспида, плоской черепицы и дерева. Въ послѣдствіи, техническое исполненіе кровель усовершенствовалось, но не смотря на это, крыши многихъ зданій продолжали дѣлать крутыми вѣроятно потому, что подобная форма согласовалась съ общимъ выраженіемъ зданій средневѣковыхъ стилей.

На чер. 1158 (атласъ) показаны образцы крышъ на старинныхъ зданіяхъ въ Брюсселѣ, чер. 1159 (атласъ) — въ Франкфуртѣ, чер. 1160 и 1164 (атласъ) — въ Цюрихѣ.

c) Отъ рода покрытія зданій и формы ихъ поперечнаго сѣченія въ планѣ. Такъ, при покрытіяхъ куполами дѣлались крыши купольныя, чер. 1161 (атласъ), при покрытіяхъ цилиндрическими сводами, форма крышъ была цилиндрическая. Зданія, имѣвшія въ планѣ сѣченія квадратныя или прямоугольныя, покрывались крышами односкатными, двускатными и шатровыми. Строенія, имѣвшія формы многогранныя, покрывались крышами пирамидальными, при поперечныхъ сѣченіяхъ въ видѣ круга, крыши дѣлались коническими.

Съ распространеніемъ въ Европѣ стиля возрожденія, вошли въ употребленіе плоскія крыши, но не вдругъ и не повсемѣстно, Тамъ, гдѣ кровли преимущественно дѣлаются изъ аспида, плоской черепицы, досокъ, драницъ, гонта и соломы, пологія крыши невозможны. Въ настоящемъ столѣтіи, впервые, во Франціи, а затѣмъ и въ другихъ странахъ появилась форма крышъ подъ названіемъ мансардовыхъ, чер. 1165 (атласъ).

У насъ, въ Россіи, тесовыя и соломенныя крыши крестьянскихъ избъ поневолѣ имѣли крутую форму, чер. 1163 (атласъ).

Древніе боярскіе дома въ Россіи вовсе не походили на избы, хотя точно также были выстроены изъ дерева; они снаружи отличались чрезвычайно своеобразнымъ расположеніемъ: это были цѣлыя группы отдѣльныхъ живописно расположенныхъ срубовъ, съ наружной крытой лѣстницей и выступающими балконами. Всѣ эти части покрывались весьма оригинальными крышами: *бочками, кубомъ, шатрами.*

Чер. 1171 (атласъ), представляющій видъ Коломенскаго дворца подъ Москвою, даетъ понятіе о наружности боярскихъ палатъ XVI вѣка.

На чер. 1162 (атласъ) показанъ видъ боярскаго терема по Віолле-ле-Дюку.

Чер. 1166 (атласъ) представляетъ половину фасада зданія городской думы по проекту профессора Рязанова, въ г. Москвѣ.

На чер. 1170 (атласъ) показана форма крышъ на зданіи оперы въ г. Парижѣ, оконченномъ въ шестидесятыхъ годахъ.

Чер. 1169 (атласъ) представляетъ форму крышъ на башняхъ въ Московскомъ Кремлѣ.

На чер. 1167 (атласъ) показана колокольня при деревянной церкви въ сел. Тельмаркъ, въ Норвегіи.

На чер. 1112, 1113 и 1120 (атласъ) представлены формы крышъ на башняхъ надъ городскими ратушами въ стилѣ возрожденія.

§ 95. Подраздѣленіе крышъ на части. Крыша строенія состоитъ изъ двухъ отдѣльныхъ частей: 1) оболочки, непроницаемой для дождевой воды и называемой *кровлею*, и 2) связей и подпоръ разнаго рода, поддерживающихъ кровлю и извѣстныхъ подъ общимъ названіемъ *стропилъ*. Пространство, заключенное между кровлею и верхнею поверхностью потолковъ или сводовъ, называется *чердакомъ*. Каждая изъ наклонныхъ плоскостей, составляющихъ верхнюю поверхность крыши, называется *кровельнымъ скатомъ*.

Подъемомъ крыши называется разстояніе отъ верхней точки или линіи надъ горизонтальною плоскостью, проходящею через начала крыши.

Конькомъ или *конемъ* крыши называется линія прямая, параллельная длинѣ строенія взаимнаго пересѣченія двухъ наклонныхъ плоскостей или скатовъ крыши.

Подъ названіемъ *разжелобковъ* подразумѣваются пересѣченія плоскостей крыши, въ которыхъ образуются *впалые углы*.

§ 96. Степень покатости или уклона крышъ. Степень покатости кровельныхъ скатовъ имѣетъ большое вліяніе на цѣнность устройства какъ кровли, такъ и стропилъ. И въ самомъ дѣлѣ, въ зданіи, покрытомъ террасою, поверхность кровли почти равна покрываемой площади; при покатости кровли въ 45°, поверхность ея дѣлается почти въ 1½ раза болѣе покрываемой площади, а при 60° въ два раза больше. Вмѣстѣ съ увеличеніемъ покатости кровли и стропила становятся дороже, потому что для нихъ необходимы болѣе длинные брусья, большее чисто сопряженій и, наконецъ, большая сила сопротивленія вѣтру, дѣйствующему на крышу.

Покатость крыши или *наклонъ кровли* къ *горизонту* зависитъ въ особенности отъ свойства матеріала, изъ котораго дѣлается кровля. Чѣмъ поверхность ея глаже и тверже, тѣмъ легче вода будетъ стекать съ нея и потому тѣмъ положе можетъ быть кровля. Съ другой стороны на покатость кровли имѣетъ вліяніе способъ употребленія въ дѣло матеріала.

1) Если матеріалъ представляетъ одну непрерывную поверхность, какъ, напримѣръ, въ кровляхъ асфальтовыхъ, глиняныхъ или металлическихъ съ запаенными швами, то достаточно самой незначительной покатости для того, чтобы вода не могла оставаться на крышѣ.

2) Если кровля состоитъ изъ отдѣльныхъ частей, но такихъ, которыя образуютъ для стока воды *желоба,* по направленію движенія ея, какъ напримѣръ всѣ желобчатыя черепицы и металлическія кровли съ незапаянными швами, то наклонъ крыши долженъ быть столь великъ, чтобы при самомъ сильномъ дождѣ, желобы, образуемые черепицею или листами, не могли переполниться водою. А такъ какъ масса собирающейся въ желобахъ воды зависитъ отъ длины желоба, то очевидно, что въ этомъ случаѣ, ширина кровельныхъ скатовъ имѣетъ вліяніе на ихъ наклонъ и чѣмъ меньше ширина крыши, тѣмъ положе она можетъ быть сдѣлана при одинаковыхъ другихъ обстоятельствахъ.

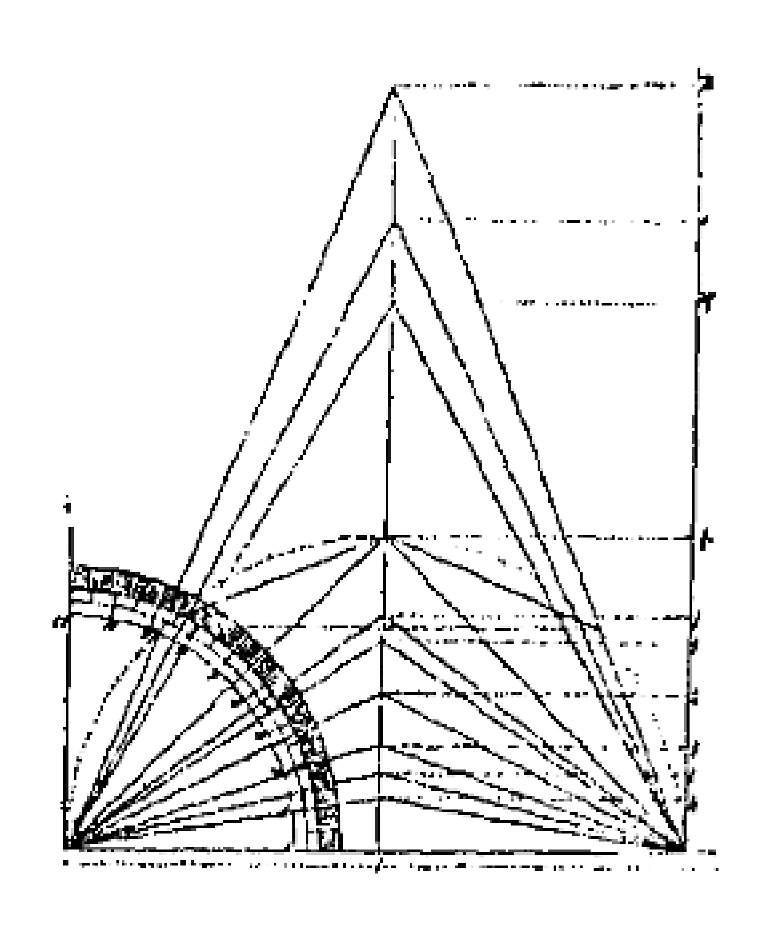
2) Если кровля состоитъ изъ отдѣльныхъ кусковъ, необразующихъ желобовъ для стока воды, какъ, напримѣръ, изъ плоской черепицы (безъ закраинъ), досокъ, драницъ, гонта, аспида, тростника и проч., то наклонъ кровельныхъ поверхностей долженъ быть таковъ, чтобы вода, сейчасъ по паденіи ея на кровлю, была увлекаема внизъ.

Понятно, что подобная кровля, настланная горизонтально, пропускала бы сквозь себя почти всю воду, падающую на ея поверхность. Возвышая постепенно одинъ край поверхности кровли, замѣтимъ, что тѣмъ большая часть массы воды будетъ стекать по наклонной плоскости, чѣмъ наклонъ поверхности будетъ болѣе. Впрочемъ нѣкоторая часть воды проникаетъ сквозь вертикальныя щели составныхъ частей кровли. Сверхъ того, во время мелкаго дождя, тающаго снѣга или сильнаго вѣтра, удерживающаго свободный стокъ воды, она долго остается на поверхности кровли и сырость проникаетъ, вслѣдствіе волоснаго свойства, въ горизонтальные швы черепицъ, аспида и гонта, не смотря на то, что швы эти сдѣланы въ закрой.

Для удержанія воды, проникающей такимъ образомъ чрезъ верхнюю оболочку кровли, должно устроить подъ верхнимъ

рядомъ кровли второй, а иногда и третій такой же рядъ. Другими словами, кровли этого рода надобно дѣлать въ нѣсколько рядовъ, лежащихъ одинъ на другомъ. Число рядовъ должно быть тѣмъ больше, чѣмъ отложе уклонъ крыши, чѣмъ плотность швовъ менѣе совершенна и наконецъ, чѣмъ болѣе самый способъ употребленія въ дѣло матеріала способствуетъ проникаiiю воды.

Величина наклона кровли къ горизонту означается или числомъ градусовъ, заключающимся въ углѣ, составляемомъ скатомъ или подъемомъ, т. е. отношеніемъ высоты крыши къ ширинѣ ея. Второй способъ употребительнѣе. Но при этомъ надобно замѣтить, что подъемъ кровли принято измѣрять на двускатной крышѣ, и если говорятъ, что кровля имѣетъ подъемъ ¼ или въ ⅙, то это значитъ, что каждая изъ плоскостей ея наклонена къ горизонту подъ угломъ, котораго тангенсъ равняется ½ или ⅓. Если дана односкатная крыша съ подъемомъ въ ¼, то это, другими словами, значитъ, что данная крыша составляетъ половину двускатной крыши, у которой высота равняется четверти ея ширины. Чтобы облегчить переводъ числа градусовъ въ величину подъемовъ и обратно, помѣщается чер. 1194 (текстъ).



Чер. 1194 bis.

Относительно формъ, придаваемыхъ крышамъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что главныя условія при устройствѣ крышъ состоятъ въ томъ, чтобы скаты ихъ были такъ плоски, какъ это дозволяетъ свойство матеріала, употребленнаго на кровлю и чтобы скаты одной кровли были одинаковы.

Соблюденіе этихъ условій доставляетъ слѣдующія выгоды:

1) Поверхности кровли будутъ возможно плоскія. Это облегчаетъ устройство какъ стропилъ такъ и самой кровли.

2) Поверхность, по всему протяженію своему, равно-на-

клонная къ горизонту, способствуетъ стоку воды лучше, нежели кривыя поверхности, имѣющія одинаковый съ нею подъемъ.

3) Кровля, составленная со всѣхъ сторонъ плоскостями одинаковаго ската, представитъ въ поперечномъ вертикальномъ разрѣзѣ равнобедренный треугольникъ, а потому кровельная связь будетъ треугольная, т. е. лучшая для деревяннаго и желѣзнаго матеріала.

4) Общая форма кровли, имѣя форму треугольника, будетъ приближаться къ виду тѣла, равнаго сопротивленія. Поэтому, при одинаковомъ количествѣ матеріала, употребленнаго въ дѣло, кровля подобной формы будетъ имѣть самую большую степень сопротивленія, какъ относительно собственной тяжести, дѣйствующей вертикально, такъ и относительно горизонтальнаго дѣйствія вѣтра.

При устройствѣ крышъ надобно имѣть въ виду только прямую ихъ цѣль, а не особенное помѣщеше подъ крышею, потому что эта вторая цѣль достигается гораздо проще, удобнѣе и красивѣе для формъ строенія, посредствомъ возвышенія стѣнъ. Если съ одной стороны должно отдать справедливость строителямъ второй половины прошедшаго и начала текущаго столѣтія за ихъ стараніе вывести изъ употребленія высокія и ломанныя крыши, то съ другой стороны нельзя не замѣтить, что противуположное стремленіе, клонящееся къ уничтоженію или, по крайней мѣрѣ, къ скрытію кровель, тоже нераціонально и безполезно.

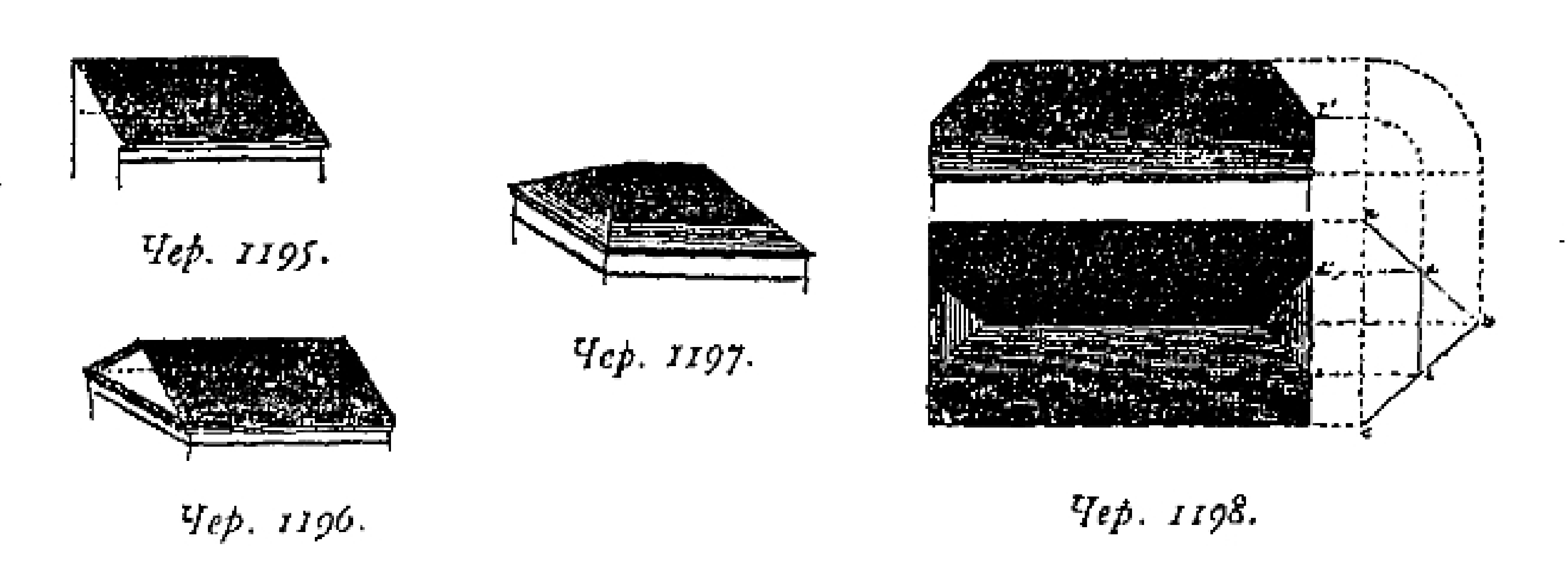
Въ самомъ дѣлѣ, только нѣкоторыя тропическія страны дозволяютъ устраивать строенія безъ крышъ, а въ нашемъ климатѣ это вещь невозможная. Но если крыши необходимы, то нѣтъ никакого основанія скрывать ихъ. Возраженія, будто-бы крыши безобразятъ строеніе, падаютъ прямо въ укоръ архитекторамъ-художникамъ, которыхъ главное правило, руководствующее въ изобрѣтеніи архитектурныхъ формъ, должно быть то, чтобы всѣмъ полезнымъ частямъ строенія придать истинную и изящную наружность. Наконецъ, скрытыя крыши не согласны съ общимъ выраженіемъ прочихъ частей нашихъ строеній и противурѣчатъ ему, потому что карнизы, пояски, фронтоны, сандрики, подокон-

ники, зонты и прочія части, служащія часто единственно для украшенія фасадовъ, получили свое начало и формы вслѣдствіе тѣхъ-же причинъ какъ и крыши, но съ тою только разницею, что степень ихъ пользы несравенно ниже пользы, доставляемой строеніямъ крышею.

Названія крышъ зависятъ отъ числа и формы ихъ скатовъ.

§ 97. **Крыша односкатная,** чер. 1195 (текстъ), состоитъ изъ одной наклонной плоскости; возвышенный ея конецъ опирается на продолженной вверхъ стѣнѣ.

Односкатныя крыши употребляютъ почти исключительно только въ томъ случаѣ, когда дождевая вода должна по необ-



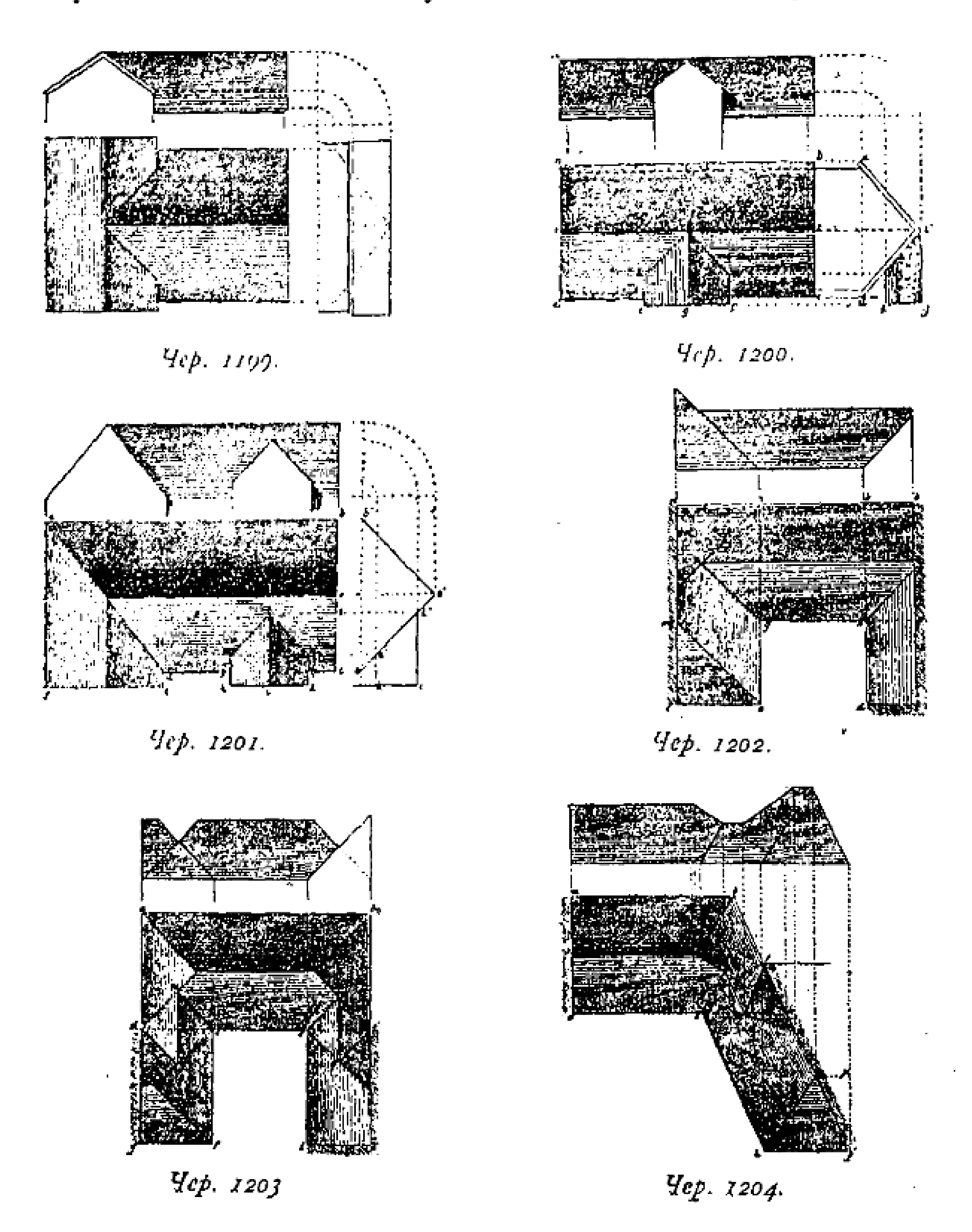
Чер. 1195. *Чер. 1196.* *Чер. 1197.* *Чер. 1198.*

ходимости имѣть стокъ въ одну сторону строенія. Случаи эти встрѣчаются, когда данное для покрытія строеніе примыкаетъ по длинѣ своей къ другому высшему строенію и когда строеніе примыкаетъ по длинѣ своей къ линіи, ограничивающей мѣстность, данную для строенія (закономъ запрещено спускать воду съ крышъ на чужой дворъ). Кромѣ того односкатныя крыши устраиваются на небольшихъ временныхъ строеніяхъ.

§ 98. **Двускатная крыша,** чер. 1196 (текстъ), состоитъ изъ двухъ плоскостей, пересѣкающихся взаимно по прямой параллельной длинѣ строеиія. Оконечности крыши съ боковъ закрыты стѣнками, которыя называются *фронтонами* или *щипцами.*

Двускатная крыша представляетъ самый простой и раціональный способъ покрытія строеній. Устройство стропилъ при этой крышѣ проще, чѣмъ при другихъ формахъ покрытія;

кромѣ того крыша сама не имѣетъ ни входящихъ, ни выпуклыхъ угловъ, а этимъ значительно упрощается постройка. Чердакъ въ подобномъ случаѣ легко освѣтить посредствомъ



Чер. 1199. Чер. 1200.

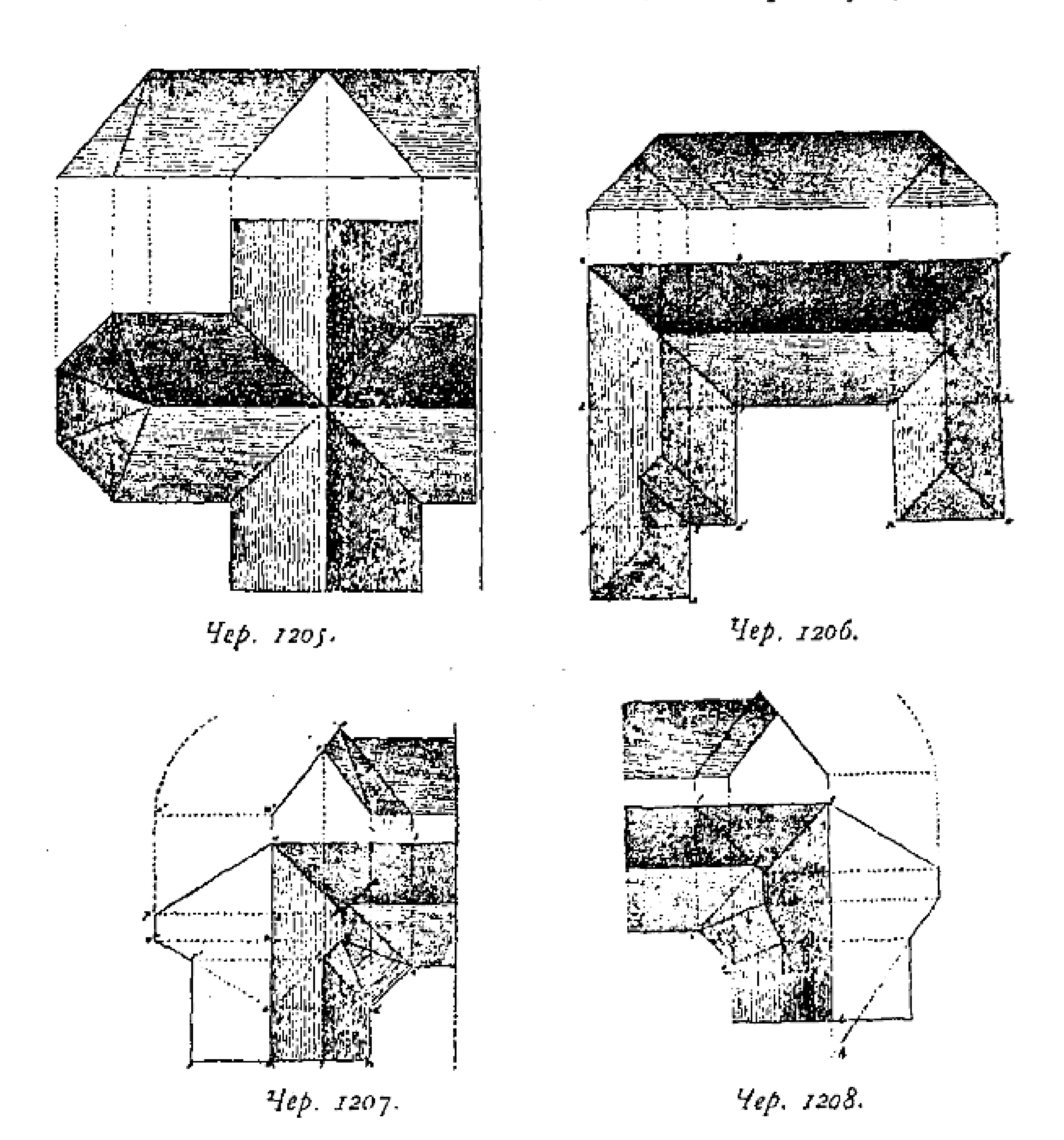
Чер. 1201. Чер. 1202.

Чер. 1203 Чер. 1204.

оконъ, дѣлаемыхъ въ щипцахъ; наконецъ форма ея красива, а фронтоны, ограничивающіе оконечности крыши могутъ быть украшены по желанію, просто или роскошно.

Принявъ въ соображенiе всѣ эти обстоятельства и примѣръ грековъ, постоянно употреблявшихъ двускатную крышу, понятно будетъ, почему ей отдаютъ преимущество передъ другими формами.

§ 99. **Четырескатная** или **шатровая крыша**, чер. 1197 (текстъ),



Чер. 1205. *Чер. 1206.*

Чер. 1207. *Чер. 1208.*

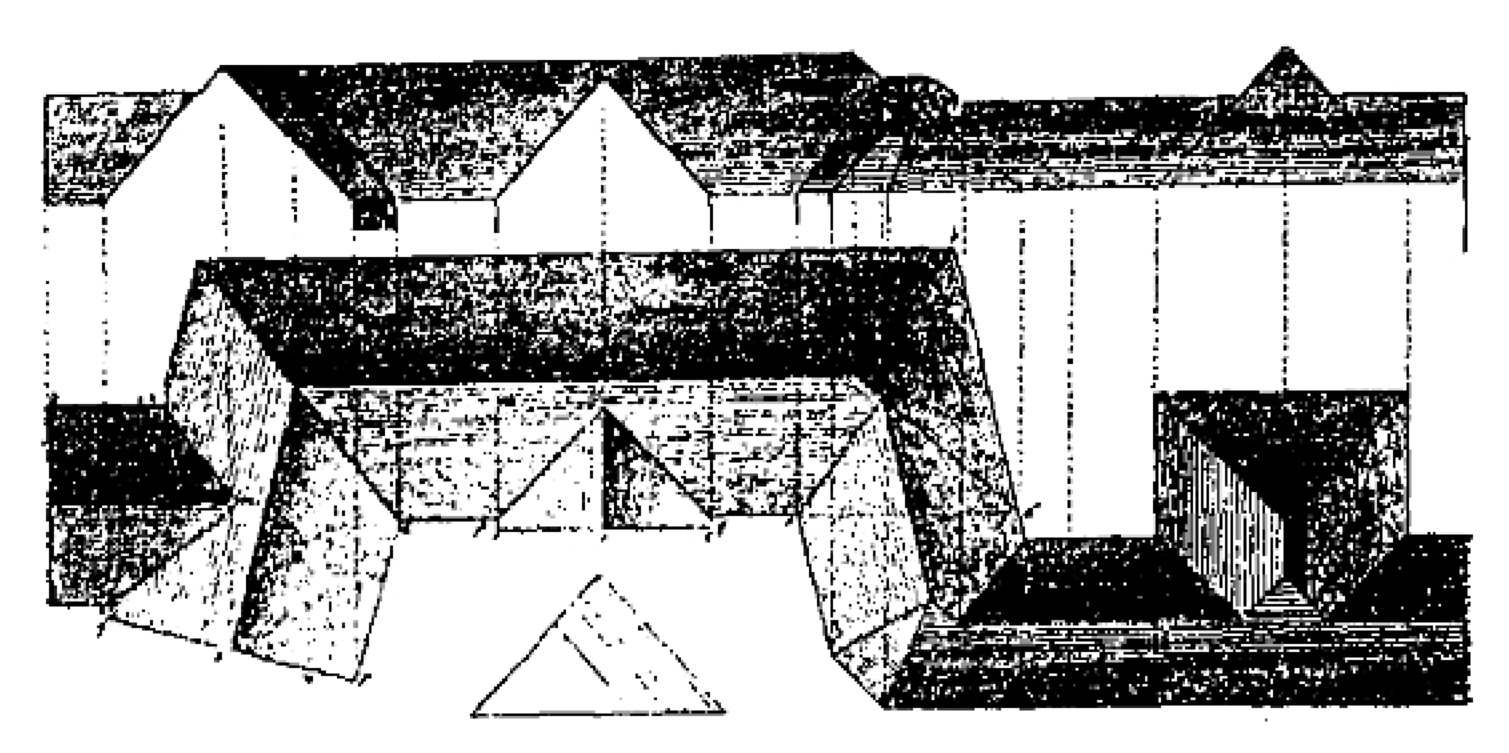
составляется изъ двускатной, у которой концы срѣзаны наклонными плоскостями, называемыми *вальмами*.

Четырескатовая или шатровая крыша употребляется:

1) Когда по какимъ либо причинамъ нужно, чтобы стѣны не возвышались надъ главными карнизами.

2) Когда желаютъ дать строенію одинаковый видъ со всѣхъ сторонъ и

3) потому, что при шатровой крышѣ крутые скаты кровли



Чер. 1209.

Чер. 1210. *Чер. 1212.*

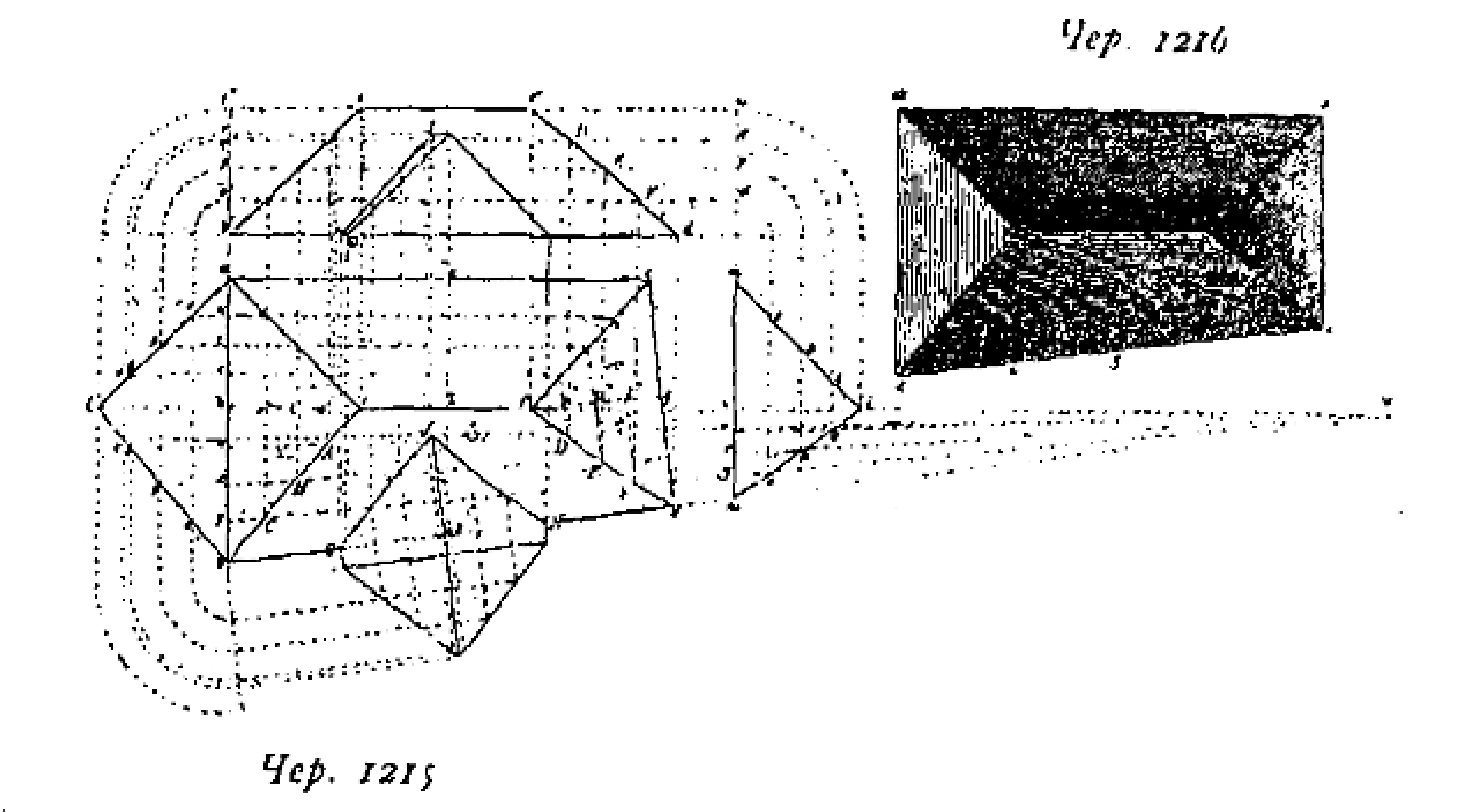
Чер. 1211. *Чер. 1213.* *Чер. 1214.*

не такъ примѣтны, какъ при двускатной, гдѣ на щипцахъ представляется профиль крыши въ настоящей ея величинѣ. Для сообщенія шатровой крышѣ нѣкоторыхъ преимуществъ дву-

скатной, употребляютъ иногда *полувальмы*, чер. 1198 (текстъ). Полувальмы эти часто примѣняются въ мансардовыхъ крышахъ.

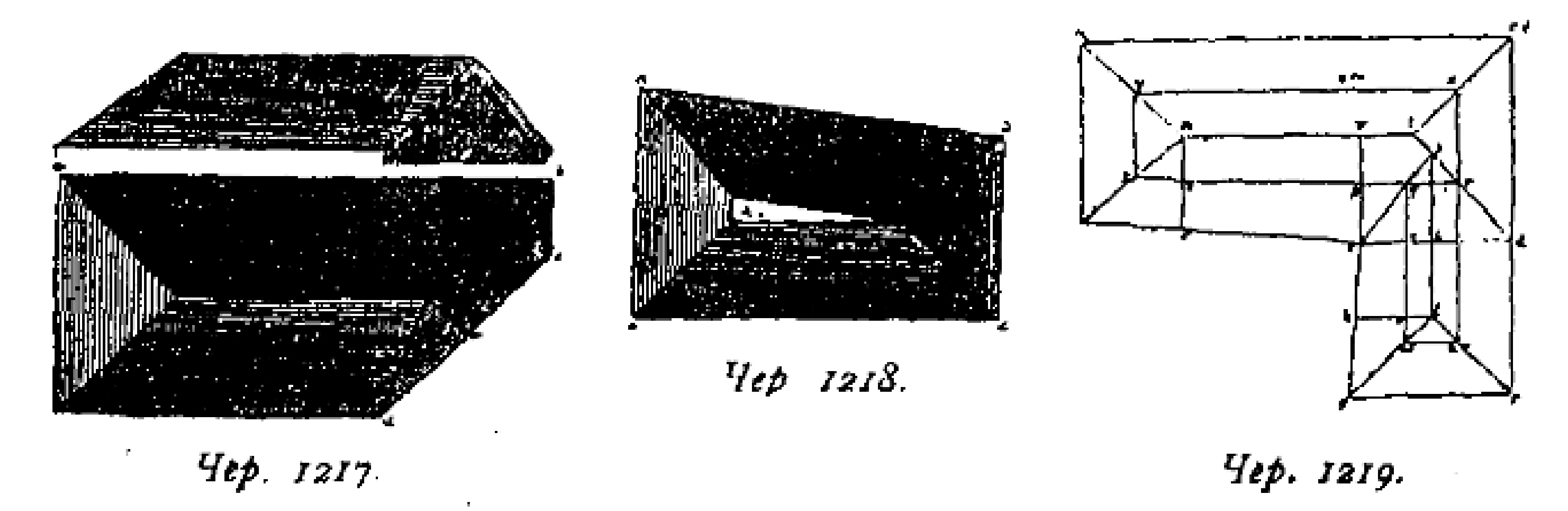
Разнаго рода способы распоряженія поверхностей шатровыхъ крышъ между собою и съ поверхностями двускатыхъ крышъ представлены на чер. 1199—1209 (текстъ).

§ 100. Шатровыя крыши надъ зданіями неправильнаго пери-



Чер. 1216

Чер. 1215



Чер. 1217

Чер 1218.

Чер. 1219.

метра устраиваются съ допущеніемъ нѣкоторыхъ изъ слѣдующихъ отступленій отъ правильныхъ формъ кровель:

1) негоризонтальные коньки;

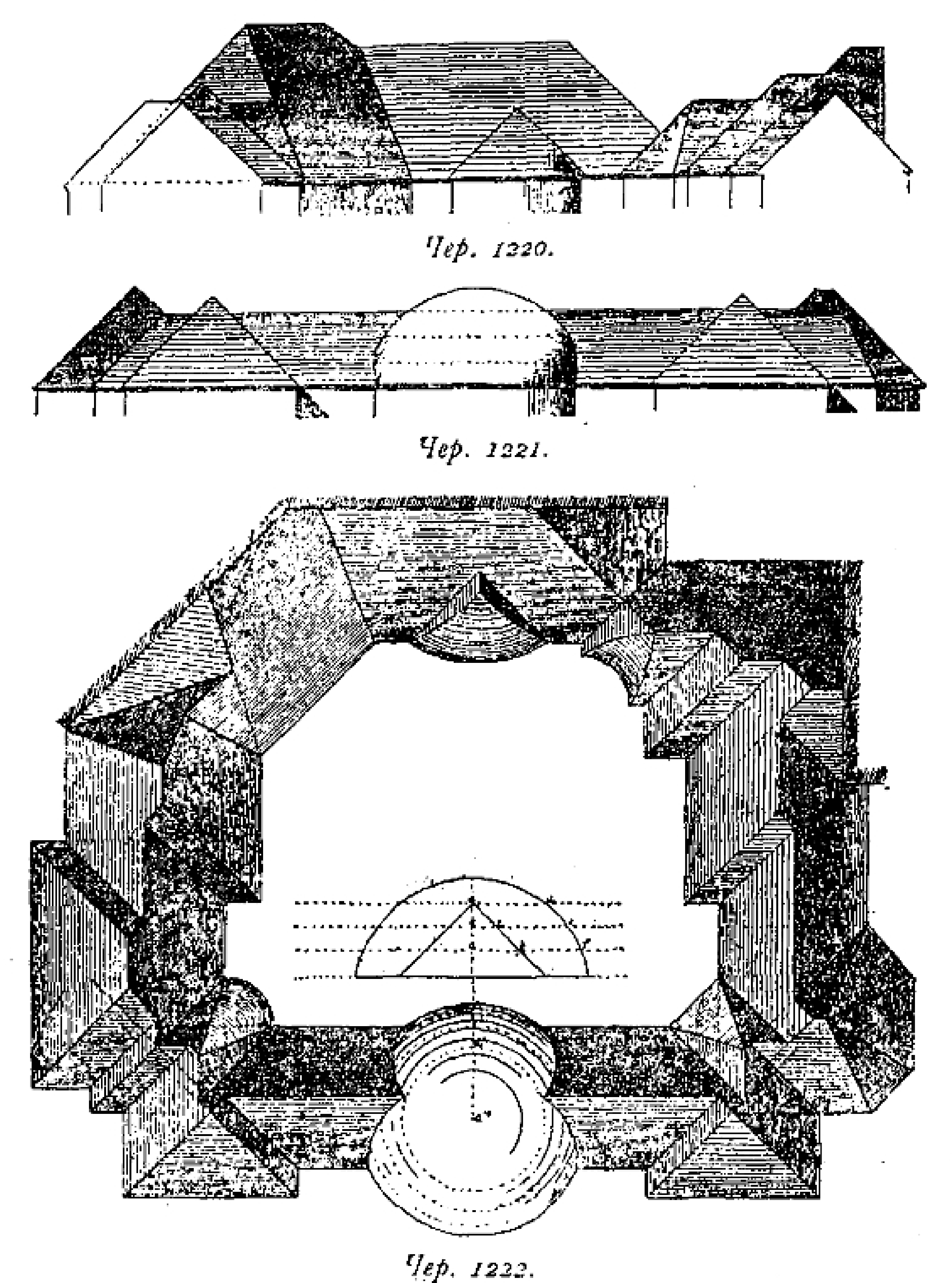
2) неодинаковые наклоны кровельныхъ скатовъ къ горизонту;

3) скаты, имѣющіе форму косыхъ плоскостей и

4) террасные коньки, т. е. верхи крышъ, сдѣланные въ видѣ террасъ.

На чер. 1210—1218 (текстъ) показаны различные способы устройствъ крышъ шатровыхъ надъ зданіями, имѣющими неправильный периметръ.

На чер. 1223—1231 (текстъ) представлены примѣры пере-



Чер. 1220.

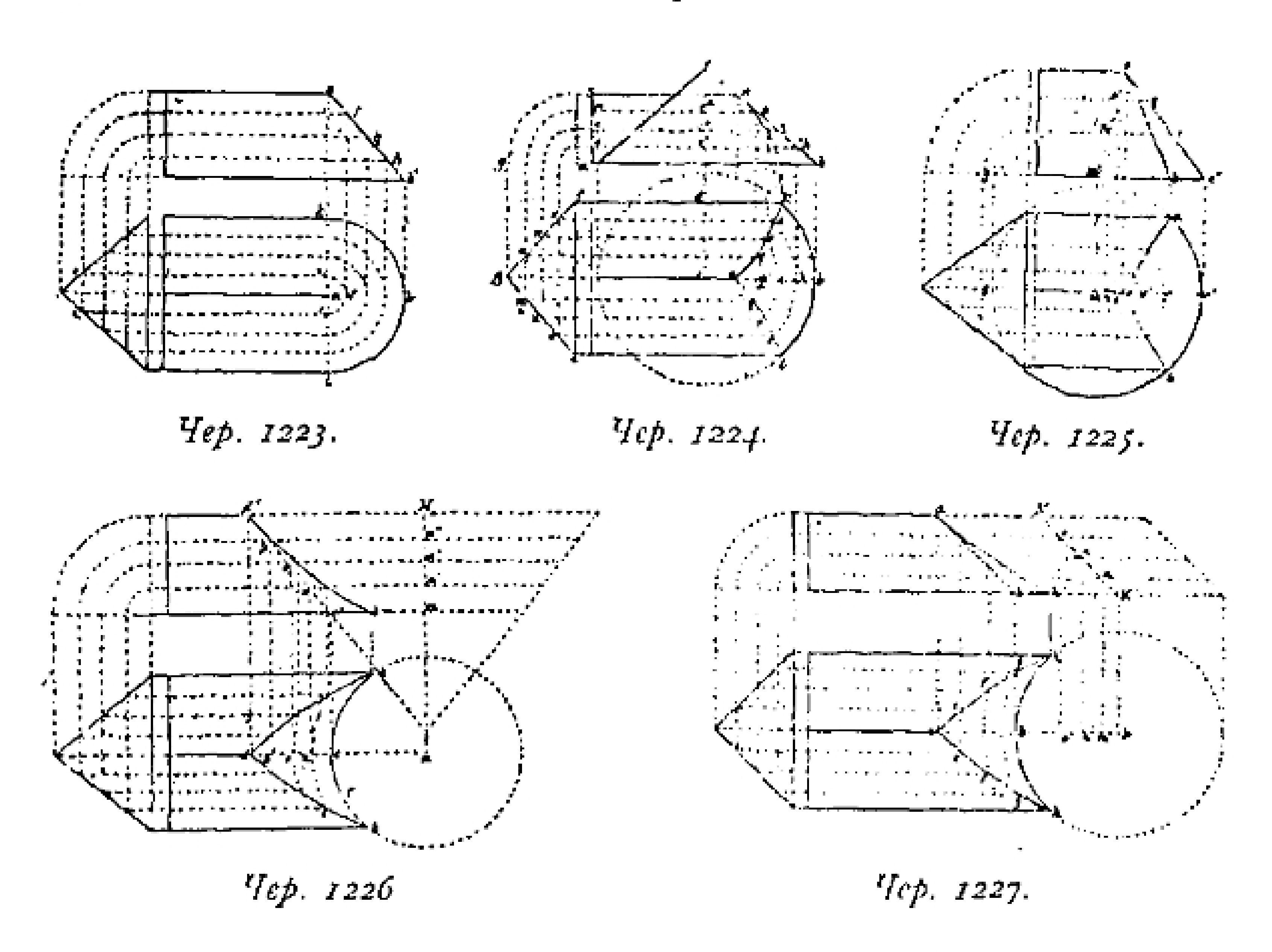
Чер. 1221.

Чер. 1222.

сѣченій двускатныхъ и шатровыхъ крышъ съ крышами коническими и цилиндрическими.

Примѣры покрытій сложныхъ строеній представлены на чер. 1220—1222 (текстъ).

§ **101. Крыши пирамидальныя**, чер. 1232 (текстъ), устраиваются надъ строеніями, которыя представляютъ въ планѣ форму правильнаго многоугольника. Всѣ скаты сходятся въ одну точку или вершину крыши. Если планъ—квадратъ, чер. 1233 (текстъ), то крыша эта представляетъ особенный видъ четырескатной крыши. При скатахъ, одинаково наклонныхъ къ горизонту, всѣ линіи ихъ пересѣченія будутъ раздѣлять углы плана пополамъ. На чер. 1234—1236 (текстъ) показаны крыши тоже пирамидальной формы, но поставленныя діаго-



Чер. 1223. *Чер. 1224.* *Чер. 1225.*

Чер. 1226 *Чер. 1227.*

нально. Крыши эти представляютъ форму пирамиды, построенной на описанномъ много-угольникѣ и обрѣзанной вертикальными плоскостями.

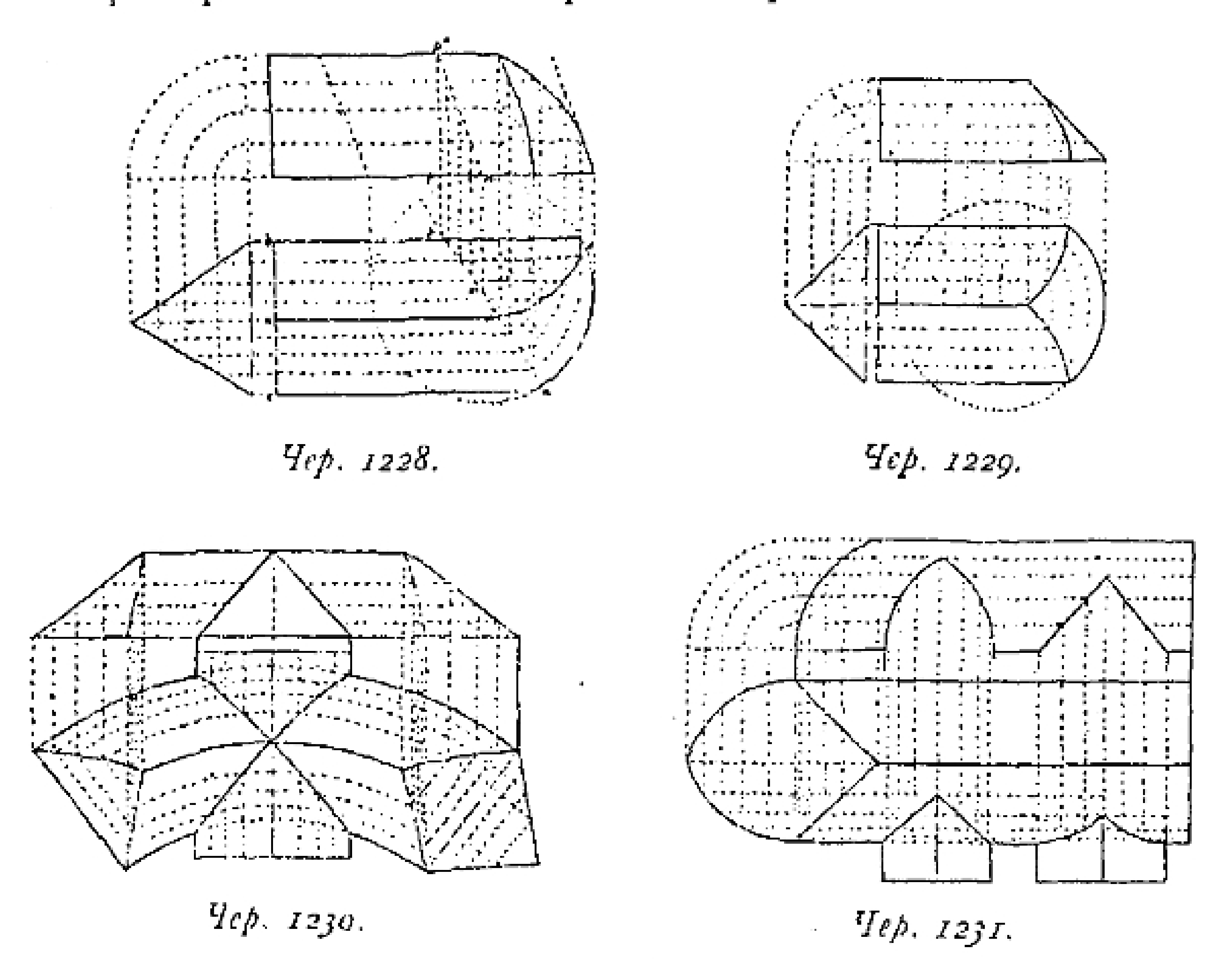
§ **102. Крыши многощипцовыя** могутъ служить также для покрытія строеній, представляющихъ въ планѣ правильный многоугольникъ. Имѣя начерченную пирамидальную крышу легко передѣлать ее въ многощипцовую, раздѣливъ каждую вальму пополамъ на двѣ части линіею за конекъ двускатной крыши.

Примѣры разнаго рода пирамидальныхъ и многощипцо-

выхъ крышъ показаны на чер. 1232—1241 (текстъ). Если строенiе, ограниченное сверху крестовымъ сводомъ, должно быть покрыто непосредственно по своду безъ чердака, то многощипцовая крыша будетъ всего проще удовлетворять этой цѣли.

§ 103. **Коническiя крыши** служатъ для покрытiя круглыхъ строенiй. Крыши пирамидальныя, многощипцовыя и коническiя часто примѣнялись въ прежнее время и примѣняются въ настоящее время для покрытiя башень.

Примѣры коническихъ крышъ и пересѣченiя цилиндриче-



Чер. 1228. *Чер. 1229.* *Чер. 1230.* *Чер. 1231.*

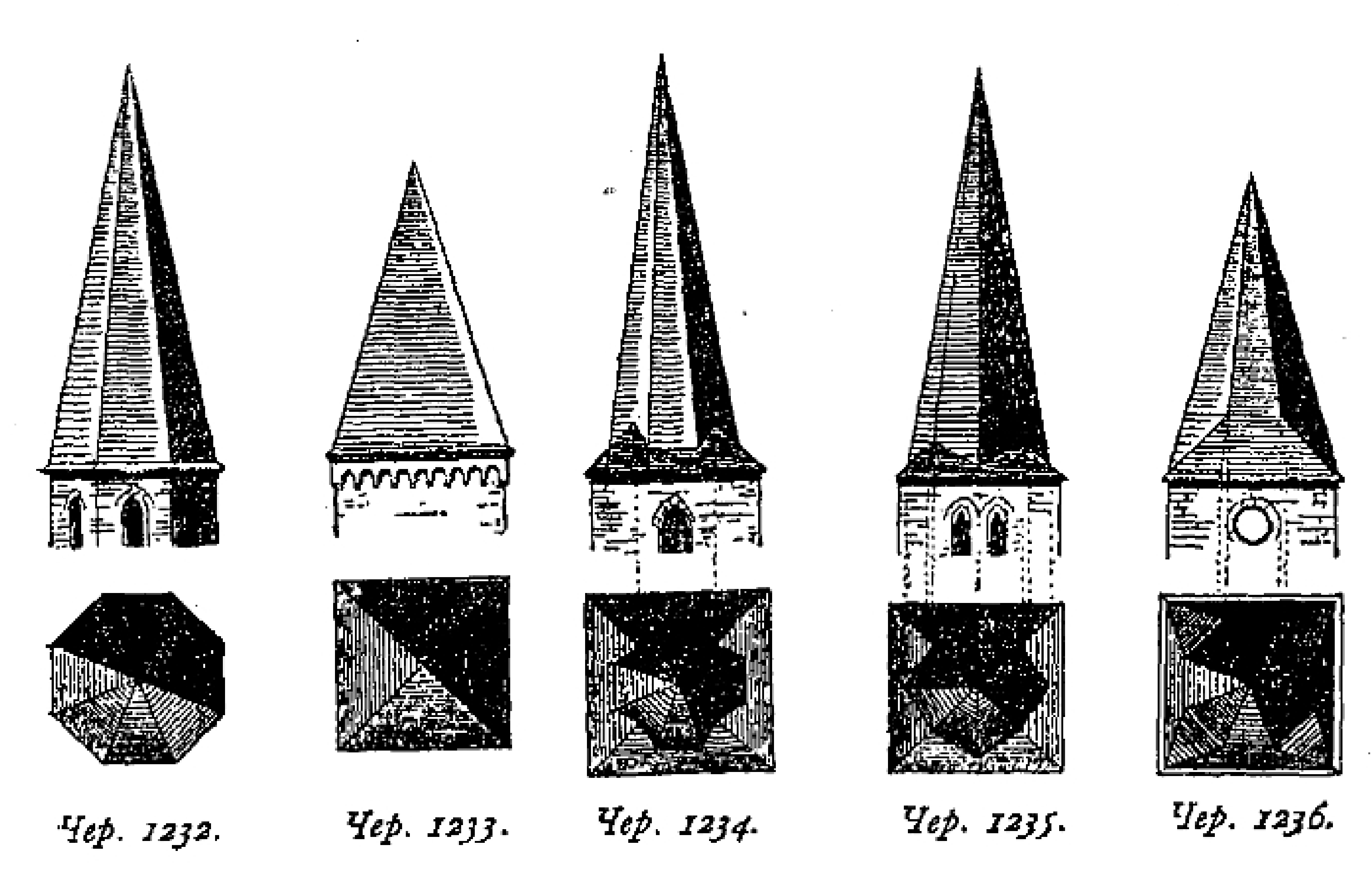
скихъ и коническихъ съ шатровыми показаны на чер. 1223—1231 (текстъ).

§ 104. **Шпицы** представляютъ собою пирамидальныя, многощипцовыя или коническiя крыши, у которыхъ подъемъ или высота гораздо больше, чѣмъ нужно для удобнаго стока воды. Они употребляются преимущественно для покрытiя башень и колоколенъ. Значительный подъемъ шпицевъ, составляющiй около 5 поперечниковъ плана строенiя, дается вслѣдствiе эстетическихъ требованiй, напримѣръ, для того, чтобы воз-

высить зданіе надъ прочими окружающими его строеніями и отличить его отъ нихъ; для приданія фасаду характера, свойственнаго нѣкоторому роду зданій, напримѣръ, церквамъ, башнямъ замковъ и проч. Шпицы иногда выводятся изъ камня и не имѣютъ кровли, чер. 1177—1178 (атласъ), въ этомъ случаѣ крутизна граней необходима для прочности шпица.

Чер. 1179 (атласъ) представляетъ шпицъ Петропавловской колокольни въ С.-Петербургѣ.

§ 105. **Крыши купольныя и луковичныя.** Древнѣйшій способъ покрытія строеній съ купольными сводами, кровлею

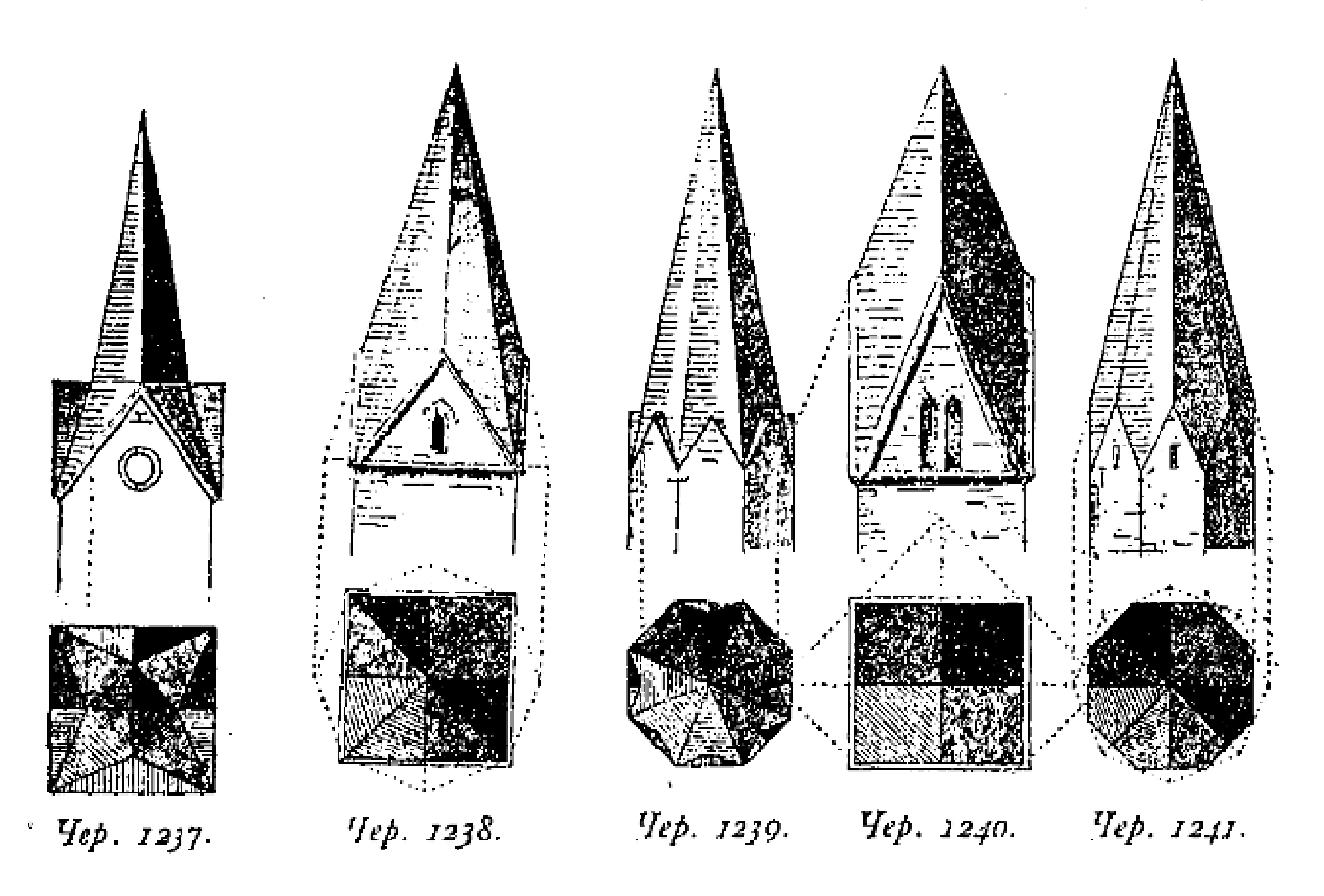


Чер. 1232. *Чер. 1233.* *Чер. 1234.* *Чер. 1235.* *Чер. 1236.*

состоялъ въ томъ, что кровля прямо опиралась на сводъ безъ пособія стропилъ, чер. 1108 (атласъ). Внѣшній карнизъ въ этомъ случаѣ проводится выше началъ внутренняго свода, потому что забутка паховъ содѣйствуетъ устойчивости свода. Видимая извнѣ часть верхней поверхности купола будетъ менѣе полушарія и, вслѣдствіе этого, подобныя купольныя крыши называются *плоскими*. Карнизъ сопрягаютъ съ крышею посредствомъ ступеней, которыхъ форма, происходя прямо изъ построенія, составляетъ въ эстетическомъ отношеніи очень удачный способъ сопряженія цилиндрической поверхности стѣнъ съ сферическою крышею. По этой по-

слѣдней причинѣ дѣлаютъ подобныя-же сопрягающія ступени и въ такихъ плоскихъ купольныхъ крышахъ, которыя устроены не прямо на сводѣ, а на особыхъ стропилахъ, чер. 1079 (атласъ).

Верхняя часть купола, представляя горизонтальную площадку, неудобна для стока воды: съ цѣлью отклонить это неудобство и, вмѣстѣ съ тѣмъ, украсить вершину строенія, дѣлаютъ на верхней части крыши возвышенія различныхъ формъ. Часто также по срединѣ дѣлается отверстіе (фонарь)



Чер. 1237. *Чер. 1238.* *Чер. 1239.* *Чер. 1240.* *Чер. 1241.*

для пропуска свѣта во внутренность свода, чер. 1079 (атласъ).

Иногда устраиваютъ плоскія купольныя крыши надъ четыреугольною площадью, напримѣръ, когда площадь эта покрыта полнымъ парусным сводомъ. Въ такомъ случаѣ, надъ данною площадью начертывается плоская шатровая крыша и, сверхъ ея, купольная поверхность, продолжающаяся до встрѣчи съ шатровою крышею.

Церковныя главы или шапки. Покрытія церквей, помѣщаемыя обыкновенно на значительной высотѣ, не были-бы видны, еслибы они состояли изъ плоскихъ купольныхъ крышъ. Между тѣмъ, извѣстно, что народы, водворившіеся въ рав-

нинахъ, издавна имѣютъ стремленіе придавать своимъ храмамъ большую высоту сравнительно съ площадью основанія. Въ виду этого крыши церковныхъ куполовъ или, такъ называемыя церковныя главы, шапки или шатры устраиваются независимо отъ формъ купольнаго свода, а сообразно эстетическимъ требованіямъ фасада зданія. Формы ихъ, какъ описано выше и пояснено чертежами, весьма разнообразны.

Римскіе купола, имѣя въ вертикальной профили полукругъ или полуэллипсисъ, начерченный стоймя, состоятъ: изъ части, называемой куполомъ, фонаря—аттика фонаря, и яблока, помѣщаемаго подъ крестомъ. Большая и однообразная поверхность самого купола, подраздѣляясь на части, приводится этимъ въ болѣе гармоническое согласіе съ прочими частями строенія. Подраздѣленія купола должны соотвѣтствовать дѣленію барабана, поддерживающаго куполъ.

Способъ начертанія профили римскаго купола, имѣющаго эллипсоидальную форму и составленнаго изъ дугъ круга, показанъ на чер. 1180 (атласъ).

Церковныя главы или шапки, представляющія одинъ изъ характеристическихъ признаковъ зданій церквей русско-византійскаго стиля, какъ уже упомянуто выше, состоятъ: изъ верхней части, имѣющей форму *луковицы* и нижней или *шейки*. Ширина луковицы соотвѣтствуетъ ширинѣ покрываемаго пространства съ прибавленіемъ карниза или бываетъ значительно больше. Высота шеекъ бываетъ различна. При церквахъ прежнихъ построекъ, онѣ иногда занимали около половины или трети высоты главы, а въ новѣйшихъ дѣлаются не столь значительной длины.

Одинъ изъ геометрическихъ способовъ начертанія луковичной главы показанъ на чер. 1181 (атласъ).

Какъ уже пояснено выше, луковичныя главы съ шейками могутъ непосредственно опираться на цилиндрическіе или многогранные барабаны, или-же между ними и барабанами устраиваютъ дополнительныя крыши, имѣющія форму усѣченной пирамиды, называемыя *шатрами*. Въ послѣднемъ случаѣ луковичная глава дѣлается значительно менѣе противу обыкновенно придаваемыхъ ей размѣровъ, шейка ея опирается непосредственно на верхнюю усѣченную часть шатра,

а самый шатеръ покрываетъ барабанъ, обыкновенно четырехъ угольной или осмигранной формы. Въ шатрахъ этихъ часто продѣлываютъ окна въ нѣсколько ярусовъ, какъ видно изъ чер. 1147 и 1149 (атласъ).

§ 106. **Крыши мансардовыя, бочечныя и кубовыя.** Образцы формъ мансардовыхъ крышъ представлены на чертежахъ 1173—1176 (атласъ). Онѣ получили свое названіе по имени ихъ изобрѣтателя Мансара (Mansard) и вошли въ употребленіе впервые въ Парижѣ, потому что посредствомъ ихъ можно было отчасти уклоняться отъ закона, ограничивавшаго высоту домовъ. Въ постановленіяхъ французскаго кодекса объ этомъ предметѣ сказано, что высота дома, считая до верхняго карниза, не должна превосходить извѣстной мѣры, но высота крыши не ограничивалась.

Вслѣдствіе этого ее дѣлали круто и такой формы, чтобы подъ нею могли образоваться комнаты, по возможности просторныя (мансарды). Хотя въ другихъ государствахъ и не было никакихъ ограниченій относительно высоты домовъ, однако-жь мансардовы крыши употреблялись и употребляются по настоящее время почти по всей Европѣ изъ подражанія. Мансарды, устраиваемыя подъ крышами, зимою обыкновенно холодны, а лѣтомъ жарки, между тѣмъ гораздо проще и даже дешевле, при необходимости увеличить количество жилыхъ въ домѣ помѣщеній, вывести стѣны выше и покрыть ихъ пологою крышею. Поклонники мансардныхъ помѣщеній заявляютъ, что помѣщенія эти, по своей дешевизнѣ, занимаются обыкновенно людьми небогатыми и при сравненіи мансардъ съ жилыми подвальными помѣщеніями, также занимаемыми обыкновенно людьми съ недостаточными средствами, въ смыслѣ гигіеническомъ — мансардныя помѣщенія имѣютъ значительное преимущество надъ подвальными. Дѣйствительно замѣчено, что наибольшая заболѣваемость и смертность бываетъ между обитателями подвальныхъ жилыхъ помѣщеній, потому что возобновленіе воздуха въ этомъ случаѣ должно происходить чрезъ почву, гдѣ воздухъ обыкновенно насыщается вредными газами и заражается міазмами. Въ мансардныхъ-же помѣщеніяхъ совершается въ большей степени, чѣмъ въ другихъ этажахъ, пористое возобновленіе

свѣжаго воздуха и постоянно дѣйствуетъ естественная вентиляція, очевидно содѣйствующая оздоровленію помѣщеній.

Вполнѣ соглашаясь съ мнѣніемъ относительно преимуществъ въ гигіеническомъ отношеніи жилыхъ мансардныхъ помѣщеній передъ таковыми-же помѣщеніями въ подвальныхъ этажахъ, не можемъ не замѣтить, что тѣ и другія помѣщенія нездоровы, не столько отъ недостатка естественной вентиляціи, сколько отъ тѣсноты помѣщеній и скученности жильцовъ, обусловливаемыхъ обыкновенно экономическими соображеніями домовладѣльцевъ и самихъ жильцовъ.

Старинныя русскія зданія, имѣющія въ планѣ прямоугольную форму, покрывались часто особымъ самобытнымъ покрытіемъ, которое носило названіе *бочки* и дѣйствительно представляло собою подобіе бочки, срѣзанной въ нижней части по длинѣ и заостренный вверху, чер. 1155 (атласъ). Нижнимъ своимъ срѣзомъ бочка располагалась на строеніе, а верхнее острое ребро предназначалась для защиты ея отъ дождя и снѣга. Поперечное сѣченіе такой бочки, по своимъ очертаніямъ, представляло подобіе луковичной головки и отличалось различною соразмѣрностью, которая обусловливалась главнымъ образомъ величиною отсѣкаемаго сегмента; высота-же этого сегмента видоизмѣнялась въ предѣлахъ отъ $1/5$ до $1/8$ общаго поперечника, а вся высота бочки по большей части была постоянною, ибо то, что отбавлялось на сегментѣ, дополнялось остріемъ. Само собою разумѣется, что это видоизмѣненіе соразмѣрности сильно вліяло на общій обликъ очертанія.

Высота подобной кровли, крутой подъемъ и ширина ея боковъ послужили поводомъ къ устройству въ ней особыхъ покоевъ, предназначавшихся для лѣтняго жилья, какъ это мы видимъ въ Коломенскомъ дворцѣ, чер. 1171 (атласъ). Бочечныя покрытія весьма часто встрѣчаются надъ наружными крыльцами старинныхъ церквей и въ настоящее время онѣ часто примѣняются при постройкѣ церквей въ русско-византійстомъ стилѣ, чер. 992 (атласъ).

Обширные покои старинныхъ боярскихъ теремовъ, имѣвшие въ планѣ квадратную форму, обыкновенно покрывались особаго рода крышей, которая называлась *кубомъ* и представляла собою извѣстное видоизмѣненіе бочки. Это видоиз-

мѣненіе заключалось въ томъ, что боковыя выпуклыя части бочки располагались на всѣ четыре стороны, а верхнія вогнутыя сводились по срединѣ въ одну общую острую вершину. Такая кровля была, между прочимъ, на одной изъ клѣтей Коломенскаго дворца, чер. 1171 (атласъ).

Иногда, на квадратныхъ клѣтяхъ устраивалась крыша, образованная крестовымъ пересѣченіемъ двухъ бочекъ, причемъ на каждую сторону выходилъ поперечный обрѣзъ бочки. Такого рода покрытія дѣлались по большей части надъ площадками крылецъ или надъ входными вратами церквей, или-же надъ подножіями церковныхъ главокъ и уцѣлѣли не только въ нашихъ старыхъ каменныхъ постройкахъ, но и въ деревянныхъ зданіяхъ. Покрытія эти назывались *кресчатыми бочечными*.

§ **107. Террасами** называются крыши, составленныя изъ плоскостей мало наклоненныхъ къ горизонту; эти крыши удобны для ходьбы по нимъ. Какъ уже упомянуто выше, террасы составляютъ принадлежность зданій, устраиваемыхъ въ жаркихъ странахъ. Въ странахъ сѣверныхъ террасы встрѣчаются рѣже, потому что климатъ тамъ болѣе суровъ, непроницаемыя смазки труднѣе приготовляются и дорого стоять и, наконецъ, удовольствіе доставляемое террасами и состоящее въ томъ, что можно съ возвышеннаго мѣста обозрѣвать окрестные виды, не такъ ощутительно въ сѣверныхъ климатахъ, какъ въ южныхъ.

Въ Россіи, подъ названіемъ террасъ подразумѣваются также сплошные балконы, устраиваемые преимущественно въ загородныхъ строеніяхъ, снаружи зданій. Обыкновенно снабжаются навѣсными крышами, обтягиваются полотномъ и нерѣдко имѣютъ стеклянныя рамы. Онѣ устраиваются большею частію въ первыхъ этажахъ зданій, но дѣлаютъ ихъ также и въ другихъ этажахъ. Послѣднее особенно часто встрѣчается въ загородныхъ домахъ, устраиваемыхъ въ швейцарскомъ стилѣ.

Относительно формы обыкновенныхъ террасъ и способа ихъ устройства будетъ объяснено ниже, при описаніи способа устройства каменныхъ кровель.

§ **108. Стропила, ихъ составныя части.** Связи и подпоры разнаго рода, поддерживающія кровлю, извѣстны подъ общимъ

названіемъ *стропилъ*. Главную часть стропилъ составляютъ наклонные деревянные брусья или металлическія полосы, называемыя *стропильными ногами*. Такъ какъ стропильныя фермы находятся на значительномъ разстояніи одна отъ другой, то для поддержанія кровли на стропильныхъ ногахъ устраивается *обрѣшетка*, состоящая изъ такъ называемыхъ *рѣшетинъ* и *досокъ*.

Если взаимное разстояніе такъ значительно, что кровля потребуетъ еще промежуточныхъ подпоръ между стропильными ногами, то употребляются *накатины*, лежащія на горизонтальныхъ *прогонахъ*.

Стропильныя ноги одной фермы связываются между собою въ верхней части горизонтальнымъ брусомъ, врубаемымъ въ стропильныя ноги лапою и называемымъ *ригелемъ*; въ нижней части фермы стропильныя ноги соединяются между собою горизонтальнымъ-же брусомъ, называемымъ *затяжкою*. При значительномъ размѣрѣ пролета стропильной фермы, затяжки дѣлаются составныя и соединяются зубомъ, со скрѣпленіемъ шпонками и хомутами. Концы стропильныхъ ногъ врубаются въ затяжку стрѣлою или зубомъ. Затяжки и ригель могутъ быть подвѣшиваемы къ стропильнымъ ногамъ висячими столбиками, называемыми *бабками* или *стрекалами*. Въ такомъ случаѣ, верхнія части стропильныхъ ногъ не соединяются сверху непосредственно, но обѣ упираются въ бабку.

При значительной длинѣ стропильныхъ ногъ, онѣ укрѣпляются *подкосами* и *подмогами*. Въ стропилахъ металлическихъ и смѣшанныхъ затяжки и раскосы, подверженные вытягиванію, замѣняются *струнами*, а висячіе столбики или бабки—*болтами*. Для оковки и скрѣпленія главныхъ, поименованныхъ выше частей стропильныхъ фермъ употребляются желѣзные *скобы*, *наугольники*, *узды*, *хомуты*, *шполовники* и *подушки*.

Детальная конструкція всѣхъ перечисленныхъ выше частей стропилъ будетъ подробно указана и пояснена ниже, при описаніи разнаго рода системъ стропильныхъ фермъ.

а) *Раздѣленіе стропилъ по роду матеріала.*

Стропила по матеріалу, употребляемому на ихъ устройство, могутъ быть раздѣлены на слѣдующіе отдѣлы:

1) Деревянныя, составленныя изъ брусьевъ.

2) Деревяиныя изъ досокъ.

3) Металлическія.

4) Смѣшанныя, т. е. состоящія изъ деревянныхъ и металлпческихъ частей.

b) *Раздѣленіе стропилъ по системѣ устройства.*

Стропильныя ноги не должны сгибаться отъ дѣйствуюшаго на нихъ груза. Размѣры ихъ могутъ быть опредѣлеиы по общимъ правиламъ, изложеннымъ въ строительной механикѣ. Если размѣры эти больше размѣровъ употребляемаго матеріала, то можно, для увеличенія сопротивленія ногъ, подвести подъ нихъ подпоры различныхъ видовъ: отсюда происходятъ различныя системы стропилъ.

Изъ нихъ главпѣйшія суть:

1) *Наслониыя*—состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, поддержанныхъ стойками, которыя упираются нижними концами на внутреннія стѣны строенія, иа своды или потолочныя балки.

2) *Висячія* стропила суть тѣ, у которыхъ одни только концы опираются на внѣшнія стѣны строенія. Висячія стропила по системѣ устройства подраздѣляются на три главнѣйшие вида:

a) *Обыкновенныя* или *итальянскія* стропила состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, связанныхъ снизу затяжкою и поддержанныхъ распорками или подкосами, упирающимися въ висячія бабки.

b) *Растяжныя* стропила состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, укрѣпленныхъ желѣзными струнами и столбиками, перпендикулярными къ стропильнымъ ногамъ.

c) *Подвѣсныя англійскія и американскія* стропила, въ которыхъ ноги соединены съ затяжкою посредствомъ распорокъ и болтовъ.

3) *Кружальныя* стропила состоятъ изъ ногъ, поддержанныхъ арками или многоугольниками о большемъ числѣ сторонъ.

4) *Пароболическія* и *серповидныя* стропильныя фермы. Серповидная ферма есть видоизмѣненіе параболической фермы, въ которой верхній поясъ парабола, а нижній прямой или въ видѣ дуги круга или параболы.

Навѣсныя стропила со подвѣсной струной и безъ подвѣсной струны.

с) Раздѣленіе стропилъ по формѣ крышъ.

Устройство стропилъ зависитъ также отъ того, какой формы крышу они должны поддерживать: въ этомъ отношеніи ихъ можно раздѣлить па слѣдующіе разряды:

1) Стропила *односкатныхъ крышъ.*

2) Стропила *двускатныхъ крышъ.*

3) Стропила *шатровыхъ крышъ.*

4) Стропила *коническихъ крышъ и куполовъ.*

5) Стропила *пирамидальныхъ, щипцовыхъ крышъ и шпицовъ.*

6) Стропила *зубчатыхъ крышъ* (Scheddach).

§ 109. Стропила деревянныя и смѣшанныя въ небольшихъ крестьянскихъ строеніяхъ часто поддерживаютъ кровли, какъ показано выше на чер. 1242 (текстъ).

Всѣ, какъ наружныя, такъ и внутреннія стѣны, идущія по направленію ширины строенія, возвышаются въ видѣ равнобедреннаго треугольника, т. е. въ видѣ щипцовъ; въ эти стѣнки, по наклоннымъ ихъ сторонамъ врубаютъ горизонтальныя бревна, поддерживающія кровлю.

На этомъ-же способѣ основано устройство крыши, изображенной на чер. 1243—1244 (текстъ). Она состоитъ изъ поперечныхъ стѣнокъ, выведенныхъ поверхъ подпружныхъ арокъ свода, который покрываетъ внутренность зданія; стѣнки ограничены сверху наклонными плоскостями. На стѣнахъ лежатъ поперечные брусья, поддерживающіе кровлю.

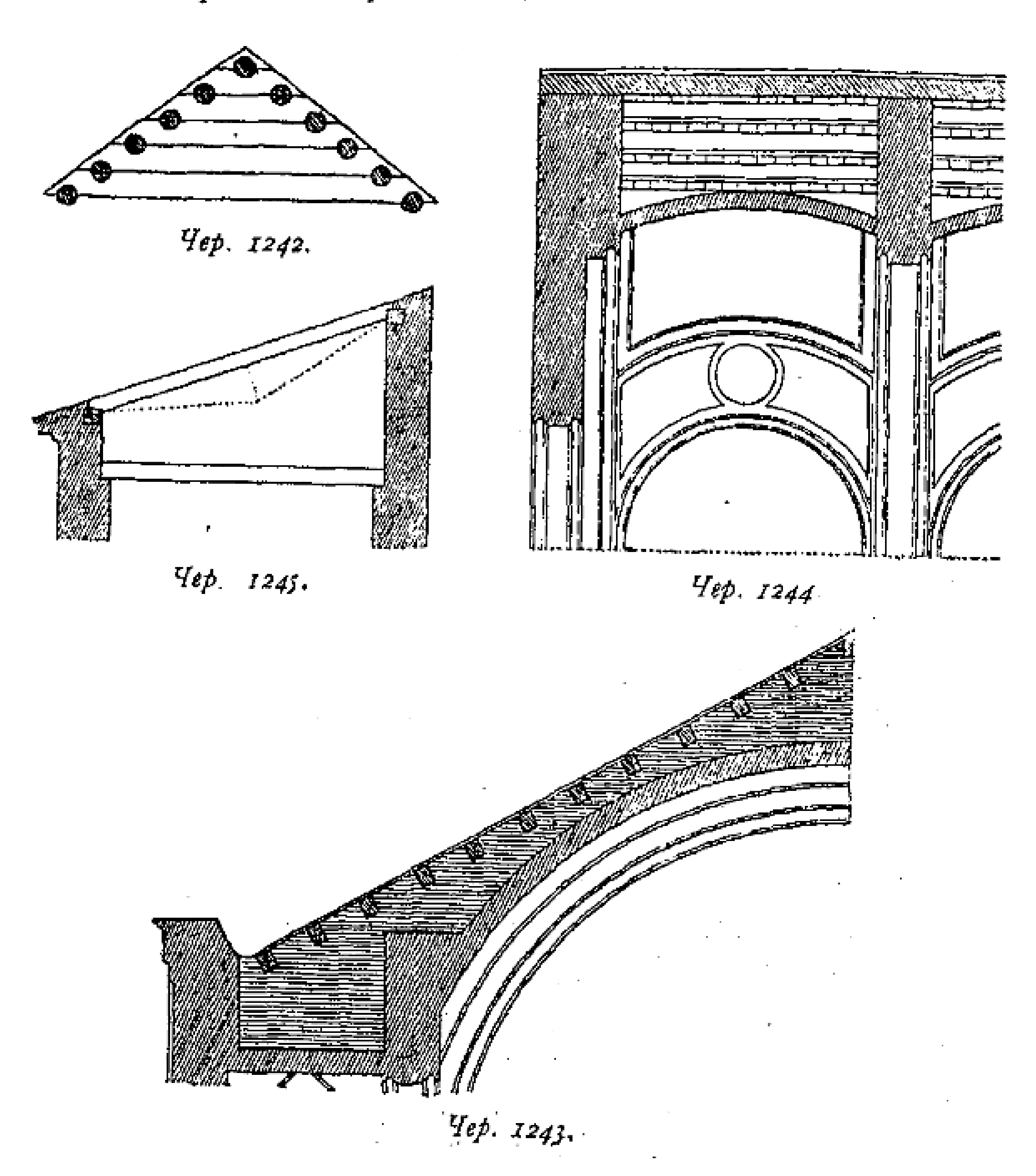
Если въ строеніи нѣтъ высокихъ сводовъ, которые могутъ служить опорою для кровли, то можно нарочно вывести отдѣльныя арки, соединить ихъ у конька поперечными арками и потомъ, по хребтамъ этихъ арокъ, выровненныхъ подъ наклонныя плоскости, настлать деревенные брусья и на брусьяхъ настилается кровля.

а) *Мауэрлаты.* Въ деревянцыхъ строеніяхъ стропила врубаются въ верхній вѣнецъ строенія.

Въ каменныхъ строеніяхъ на верхъ стѣнъ кладутъ продольный рядъ брусьевъ, срощенныхъ въ зубъ и хорошо

осмоленныхъ. Брусья эти бываютъ обыкновенно толщиною отъ 4-хъ до 6-ти вершковъ въ квадратѣ и называются *мауэрлатами*.

Для широкихъ строеній мауэрлаты кладутся въ 2 ряда,



Чер. 1242.

Чер. 1245.

Чер. 1244

Чер. 1243.

а иногда и въ три. Назначеніе мауэрлатовъ состоитъ въ томъ, чтобы передавать стѣнѣ равномѣрно давленіе кровли.

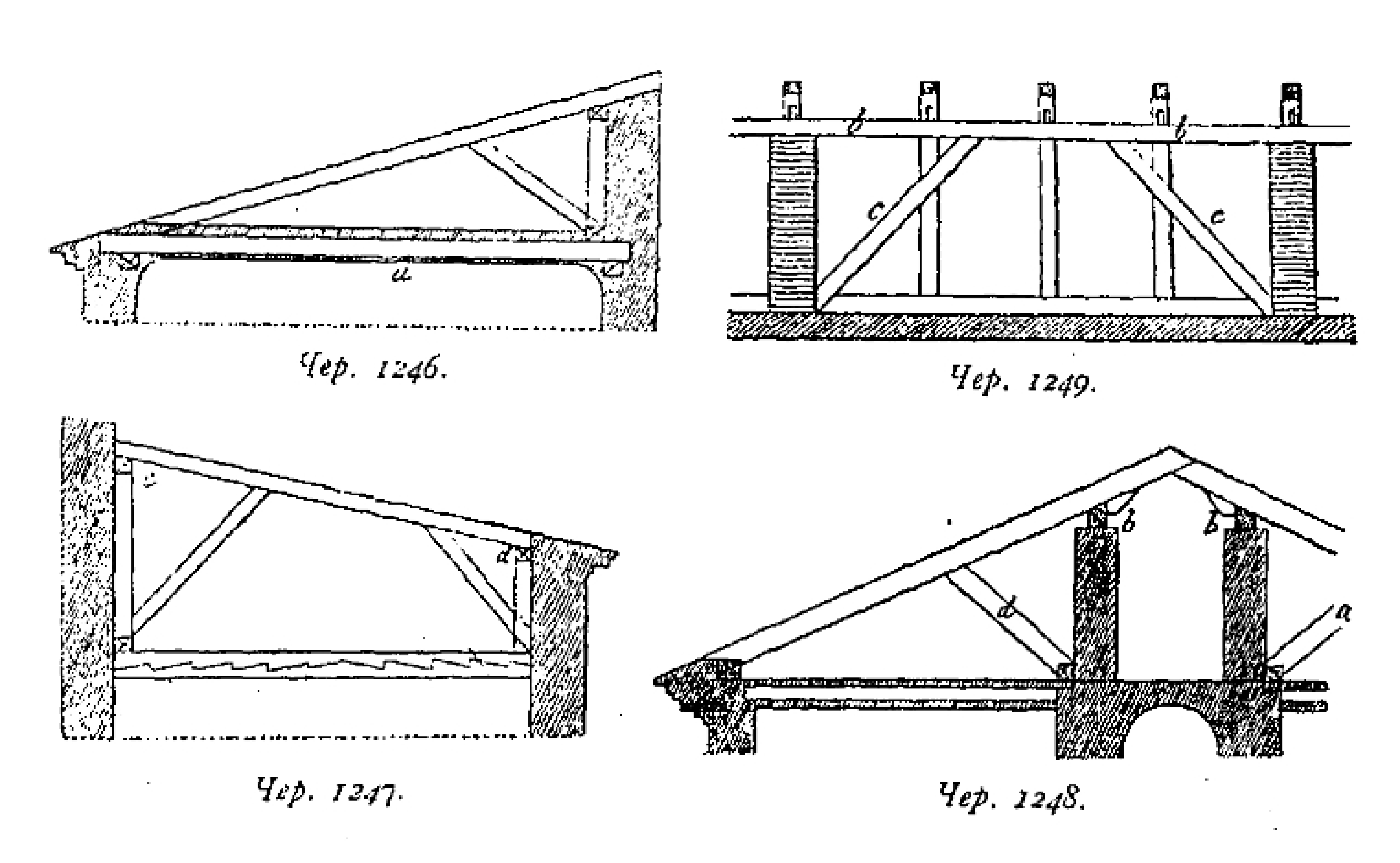
Если карнизы устроены на деревянныхъ пальцахъ, то мауэрлаты, положенные сверху, прижимаютъ ихъ и удерживаютъ въ равновѣсіи. Въ наслонныхъ стропилахъ, какъ увидимъ ниже, въ мауэрлаты упираются нижніе концы стропиль-

ныхъ ногъ; а въ стропилахъ съ деревянными затяжками или шпалами часто эти части лежатъ на мауэрлатахъ.

b) *Стропила деревянныя и смѣшанныя односкатныхъ крышъ.*

Брусья, настланные по направленію ширины строенія на двѣ опорныя стѣны не одинаковой высоты, представляютъ самое простое устройство стропилъ. Эти брусья или стропильныя ноги врубаются концами въ мауэрлаты, задѣланные въ стѣны, чер. 1245 (текстъ).

Если стропильная нога по длинѣ своей требуетъ под-



Чер. 1246.

Чер. 1249.

Чер. 1247.

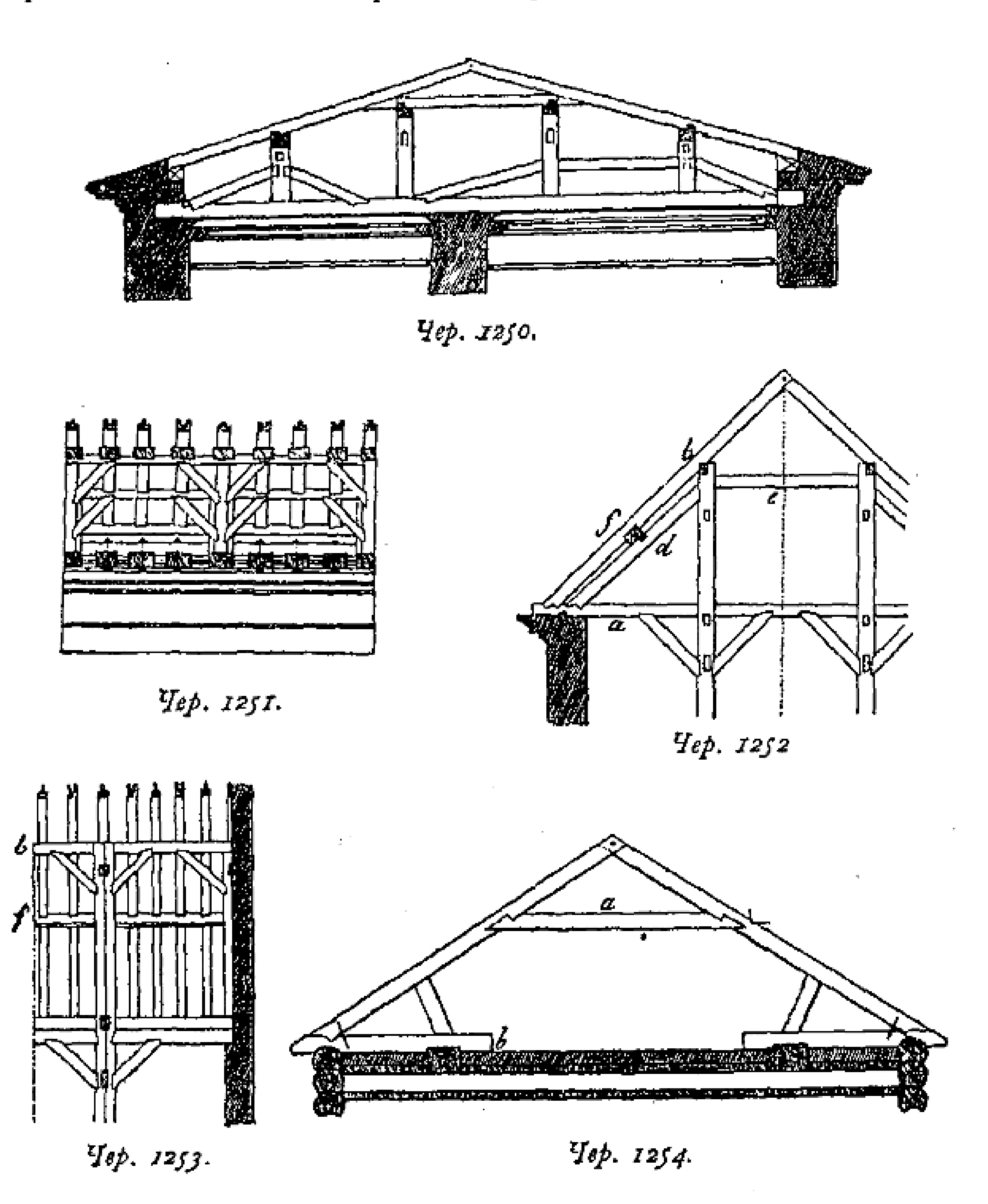
Чер. 1248.

держки, то ее можно подтянуть желѣзною струною или подпереть посредствомъ стоекъ, основанпыхъ на внутреннихъ стѣнахъ строенія. Эти способы устройства стропилъ односкатныхъ крышъ относятся къ разряду наслонныхъ стропилъ. Стропила эти при хорошемъ устройствѣ передаютъ стѣнамъ грузъ крыши вертикально, т. е. или совсѣмъ не распирая ихъ, или производя только незначительныя горизонтальныя усилія.

Употребивъ для поддержанія ногъ подкосы, мы подвергаемъ стѣну распору, который можетъ быть уравновѣшенъ

достаточною устойчивостью стѣнъ, или соединенiемъ ногъ и подкосовъ съ потолочными балками, чер. 1246 (текстъ).

Чер. 1247 (текстъ) представляетъ пологiя стропила, покрывающiя высокiй чердакъ; стропильныя ноги подперты



Чер. 1250.

Чер. 1251.

Чер. 1252

Чер. 1253.

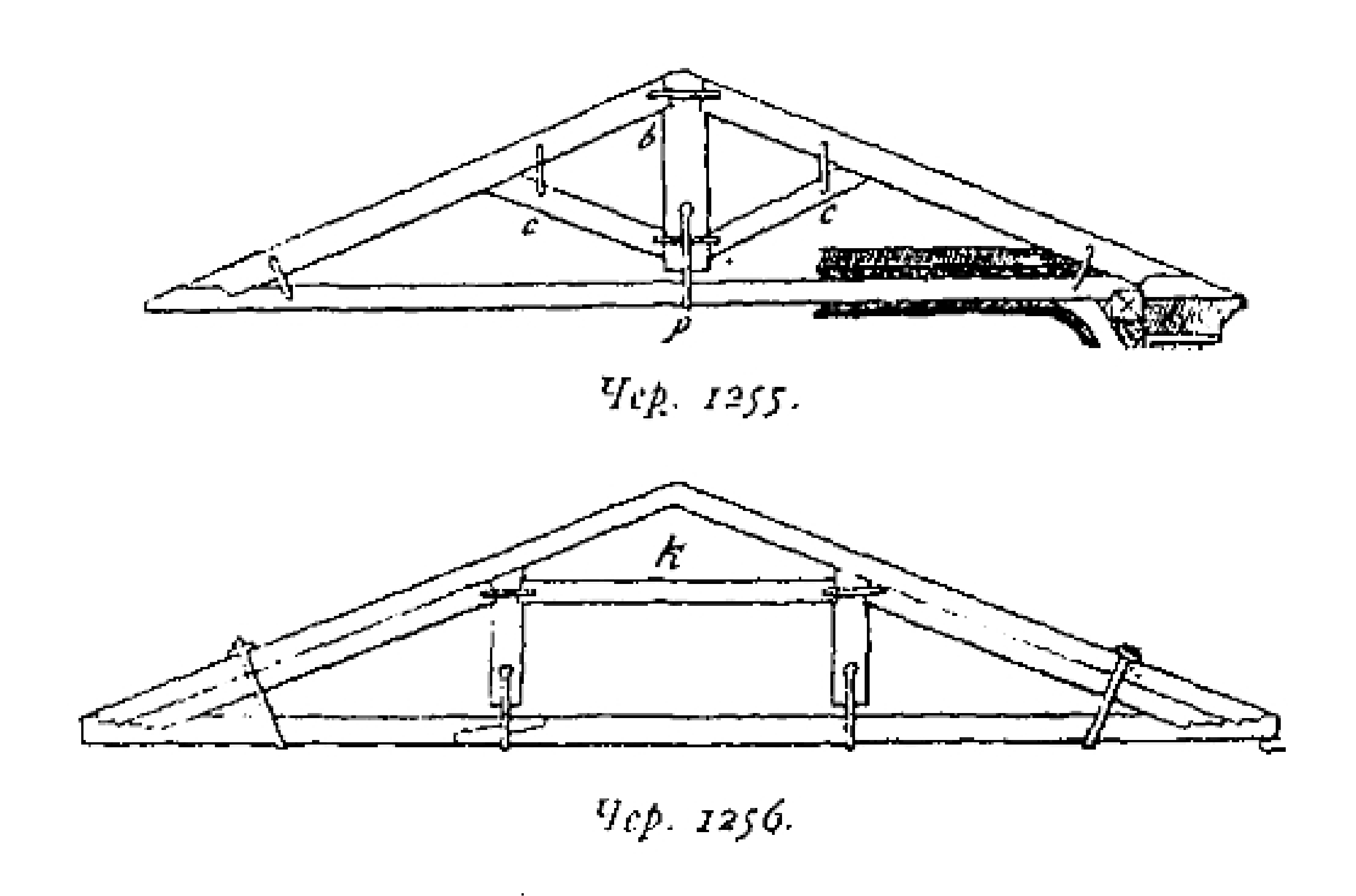
Чер. 1254.

двойными подкосами, врубленными въ нотолочныя балки. Вертикальныя стойки c и d, на которыхъ лежатъ мауэрлаты, употребляются въ томъ случаѣ, если чердакъ огражденъ тонкими стѣнами. Для уничтоженiя горизонтальнаго распора,

производимаго на стѣны, надобно связать концы ногъ и подкосовъ затяжкою *a*, чер. 1246 (текстъ). Давъ затяжкамъ достаточную толщину, можно основать на нихъ потолокъ.

Послѣдній примѣръ устройства стропилъ относится къ разряду висячихъ стропилъ; онѣ состоятъ изъ стропильной фермы, устроенной также, какъ и въ случаѣ двускатной крыши, съ прибавкою частей, необходимыхъ для составленія одной наклонной плоскости.

c) *Наслонныя стропила деревянныя для двускатныхъ крышъ* употребляются каждый разъ, когда внутри строенія найдется



Чер. 1255.

Чер. 1256.

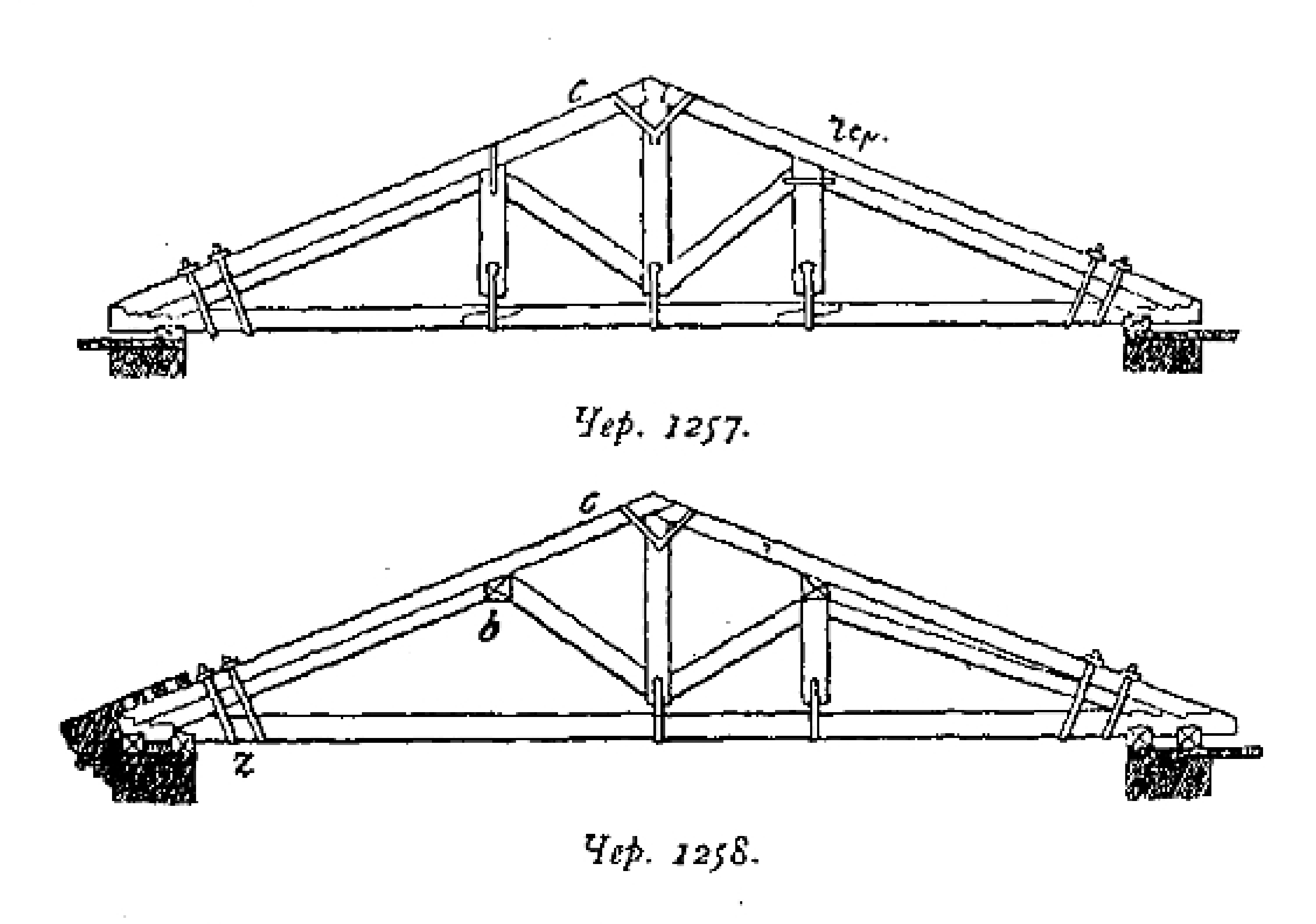
нѣсколько упорныхъ точекъ, для расположенія на нихъ стоекъ, которыя будутъ поддерживать стропильныя ноги, чер. 1248—1249 (текстъ) представляетъ обыкновенно употребляемый у насъ способъ покрытія жилыхъ строеній небольшой ширины. На капитальныхъ внутреннихъ или поперечныхъ стѣнахъ выводятся отдѣльные столбы, толщиною 2 и 2½ кирпича въ каждой сторонѣ и на взаимномъ разстояніи отъ 2-хъ до 4-хъ сажень. На столбахъ этихъ кладутъ горизонтальные прогоны *b*, подпертые подъ подкосами *cc*. На прогонахъ располагаются стропильныя ноги, которыя въ случаѣ нужды можно подпирать еще подкосами *d*.

На чер. 1248 (текстъ) представлены стропила надъ такимъ строеніемъ, у котораго по длинѣ выведены двѣ внутреннія

капитальныя стѣны и на нихъ поставлены столбы для поддержанія стропилъ.

На чер. 1250—1251 (текстъ) представлены стропила, при которыхъ наслонная крыша лежитъ на стойкахъ, опирающихся на шпренгели, которые служатъ для удержанія потолка.

Чер. 1252—1253 (текстъ) представляютъ наслонныя стропила, покрывающія большой сарай (ригу), шириною около 8-ми саж. По рединѣ строенія поставлены два ряда стоекъ; стойки эти соединены между собою, по направленію ширины строенія горизонтальными брусками *aa*, подкосами *d* и ри-



Чер. 1257.

Чер. 1258.

гелемъ *c*. По длинѣ строенія, стойки связаны прогонами *b* и *f*, на которыхъ лежатъ стропильныя ноги, расположенныя такъ часто, какъ этого требуетъ устройство кровли.

d) *Деревянныя обыкновенныя висячія или итальянскія стропила для двускатныхъ крышъ.*

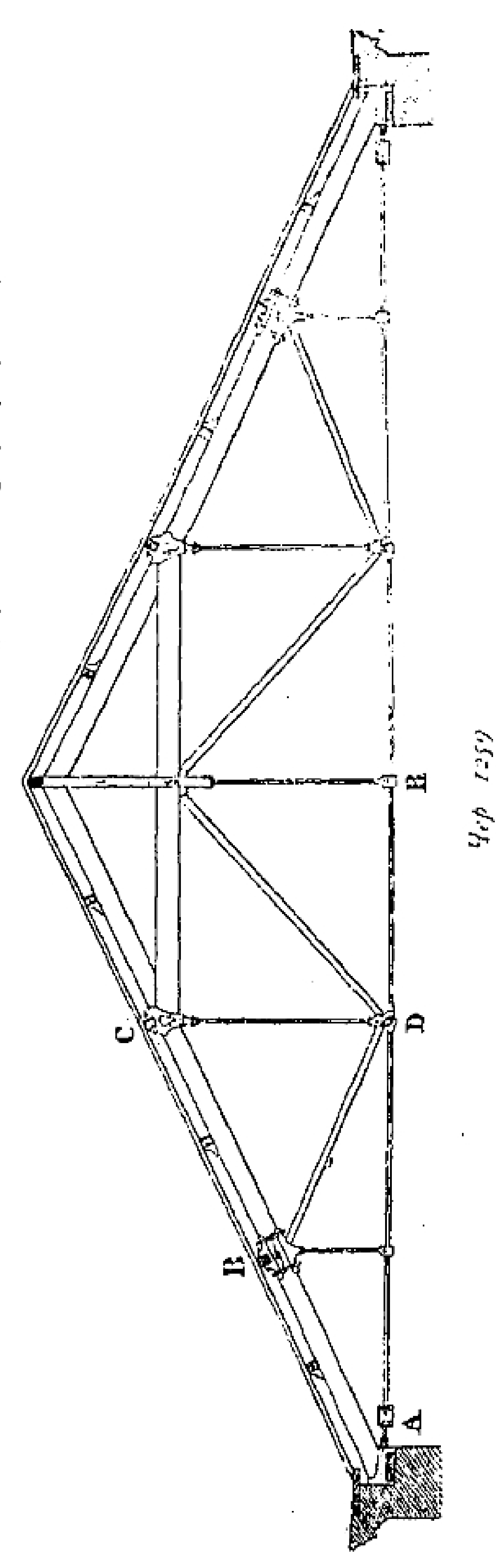
Простѣйшее устройство висячаго стропила состоитъ изъ двухъ ногъ, соединенныхъ вверху врубомъ и стянутыхъ снизу горизонтальнымъ брусомъ, называемымъ *затяжкою* (*прогономъ* или *связью*). Соединенные такимъ образомъ три бруса бразуютъ *стропильную ферму* или *связь* (*ребро*). Стропильныя ноги подвержены сгибающему усилію отъ дѣйствія

груза кровли посторонней нагрузки и напора вѣтра. Для надлежащаго сопротивленія этому усилію необходимо: или дать имъ соотвѣтствующія измѣренія или поддержать ихъ особыми подпорами.

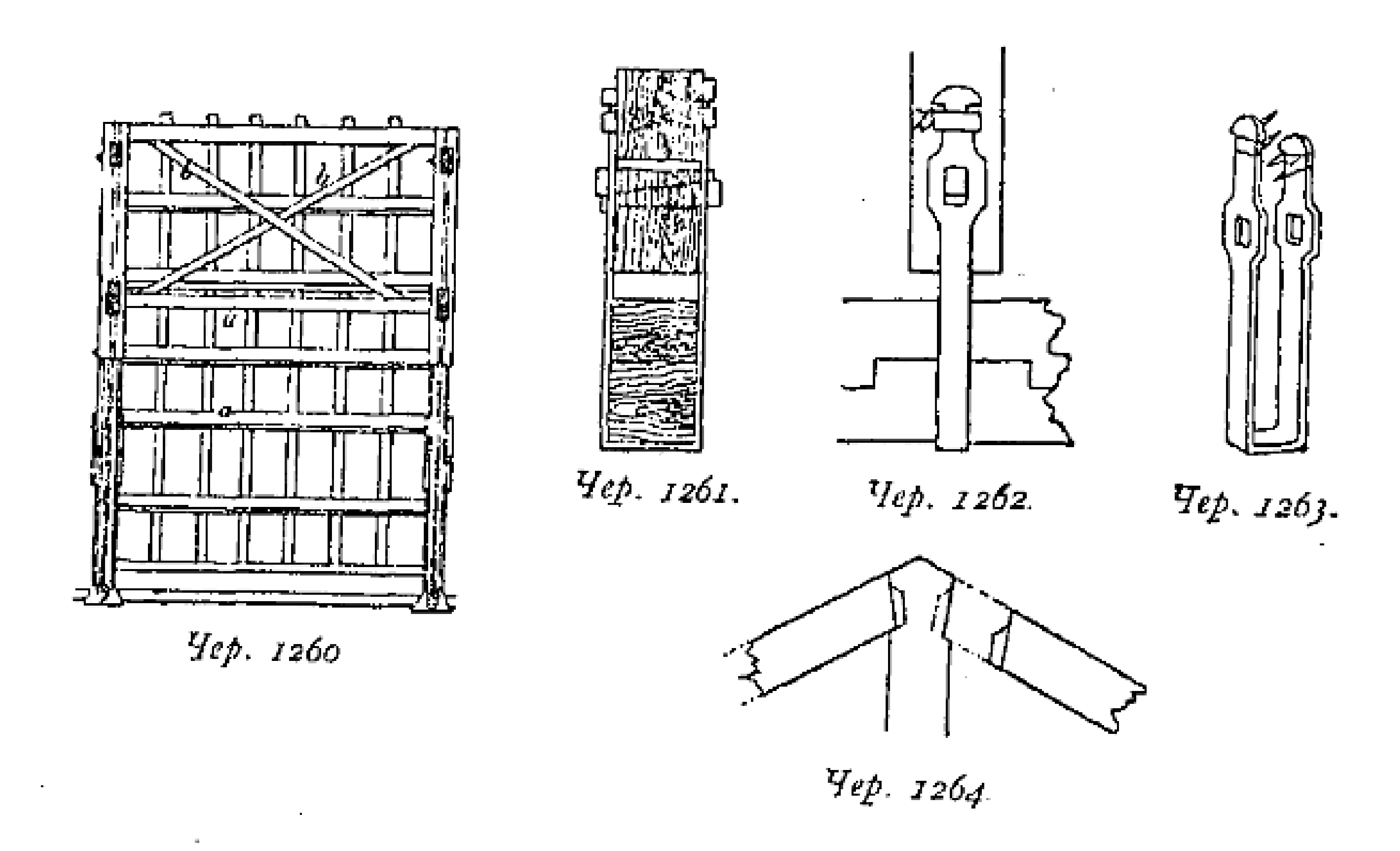
Чер. 1254 (текстъ) представляетъ устройство стропилъ, которое можетъ быть примѣнено для небольшаго пролета (около 4-хъ саж.). Ноги соединены ригелемъ *a*. Въ стропилахъ этихъ нѣтъ затяжки, необходимой для уничтоженія распора, производимаго стропильными ногами на стѣны.

Мѣсто ея заступаетъ ригель, врубленный въ ноги лапою. Нижній конецъ ногъ опирается на *шпалы b*, лежащія однимъ концомъ на наружной стѣнѣ, а другимъ— на прогонѣ *c*, который положенъ на потолочныя балки. Такимъ образомъ устроенныя стропила допускаются въ небольшихъ строеніяхъ и имѣютъ то преимущество передъ стропилами съ затяжкою, что чердакъ выходитъ удобнѣе для прохода.

Чер. 1255 (текстъ) представляетъ стропильную связь, которая можетъ быть употреблена для разстоянія



около 5 с., и къ которой можно подшить потолокъ. Верхнія части стропильныхъ ногъ не соединены сверху непосредственно, но обѣ упираются въ бабку *b*. Ноги поддерживаются подкосами *cc*. Подкосы эти располагаютъ параллельно стропильнымъ ногамъ. Но если кровля очень полога (въ случаѣ подъема, который менѣе ¼ основанія), то лучше приблизить подкосы къ бабкѣ, а длинную часть стропильной ноги поддержать подмогою. Въ этой связи бабка приноситъ двойную пользу: во первыхъ, укрѣпляя ноги, и во вторыхъ, поддерживая посредствомъ хомута *p* вѣсъ затяжки и груза, кото-



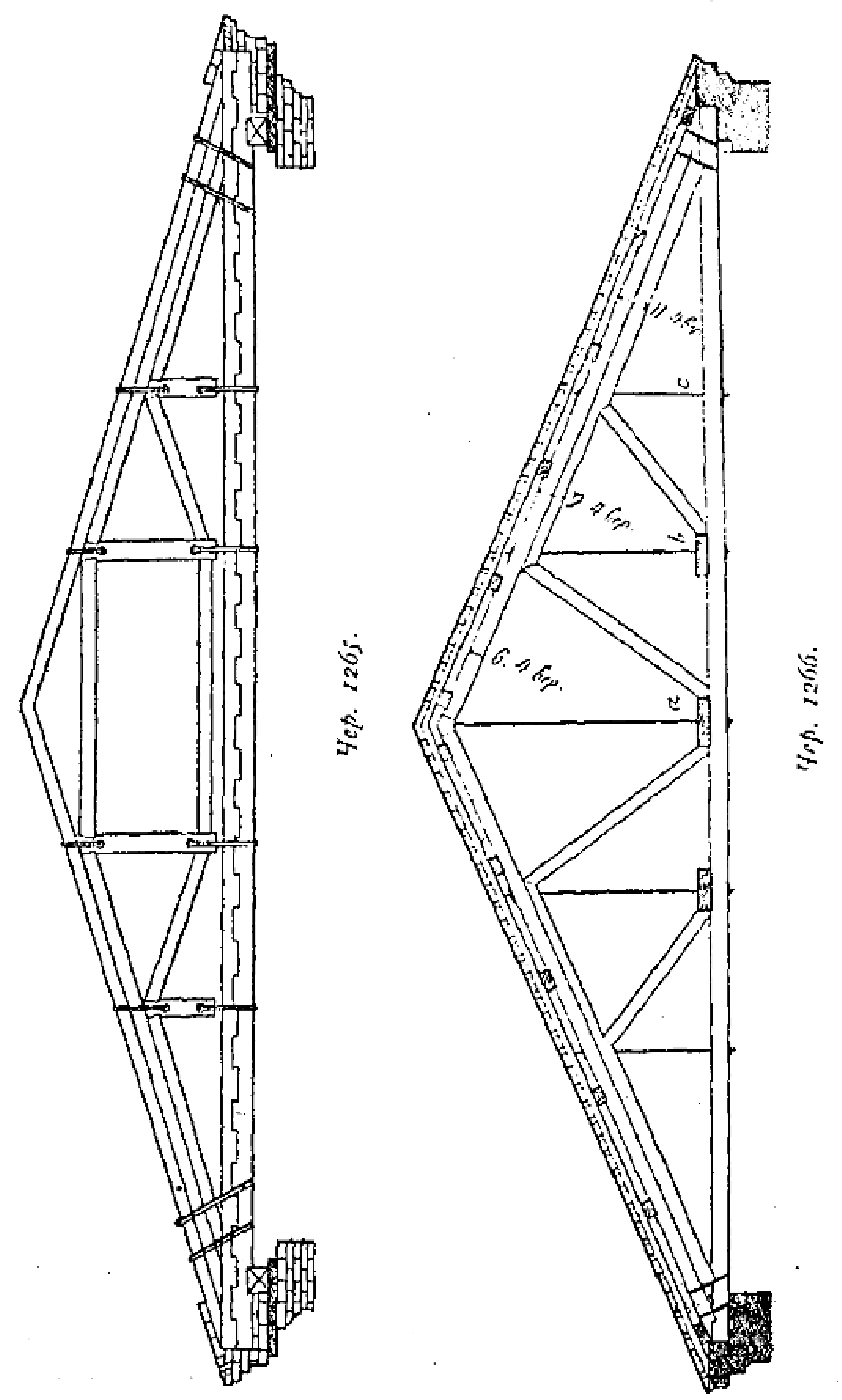
Чер. 1260 *Чер. 1261.* *Чер. 1262.* *Чер. 1263.* *Чер. 1264.*

рый можетъ на ней опираться (потолочной смазкѣ и подшивкѣ). Силы эти, направленныя по длинѣ бабки, передаются затяжкѣ посредствомъ ногъ. Отъ этого растягивающее усиліе, претерпѣваемое ею увеличивается, а вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается сопротивленіе ея изгибу.

Чер. 1256 (текстъ) представляетъ стропильную связь о 2-хъ бабкахъ. Она можетъ быть употреблена въ этомъ видѣ для 6—7 саженнаго разстоянія. На ригелѣ *k* часто дѣлаютъ досчатую настилку.

Стропильная связь о трехъ бабкахъ для 8 и 9 саж. пролета показана на чер. 1257 (текстъ).

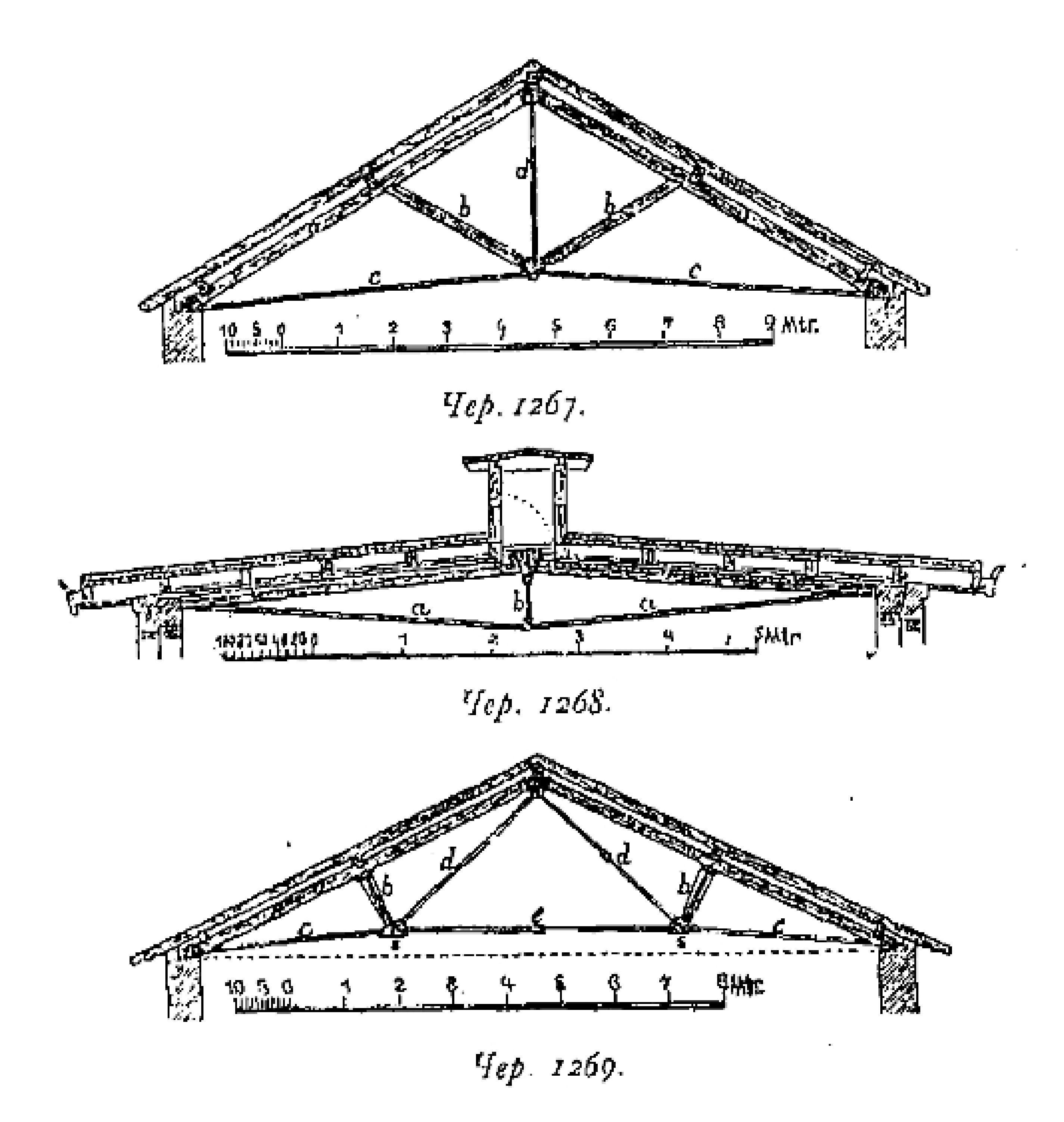
Въ случаѣ тяжелой кровли, рѣшетины, опирающіяся на



стропильныя фермы, были-бы очень слабы. Для усиленія ихъ, вводятъ между стропильными фермами накатины *a*, какъ уже

пояснено выше, опирающіяся на прогоны *b*, чер. 1258 (текстъ), опирающіяся на стропильныя фермы.

Чер. 1259 (текстъ) представляетъ Палладіевы стропила о пяти бабкахъ. Въ нихъ всѣ части, подверженныя вытягиванію, т. е. затяжки и бабки, замѣнены желѣзомъ, какъ матеріаломъ, всего лучше сопротивляющимся такого рода усиліямъ. Бабки и затяжки имѣютъ оконечности чугунныя,



Чер. 1267.

Чер. 1268.

Чер. 1269.

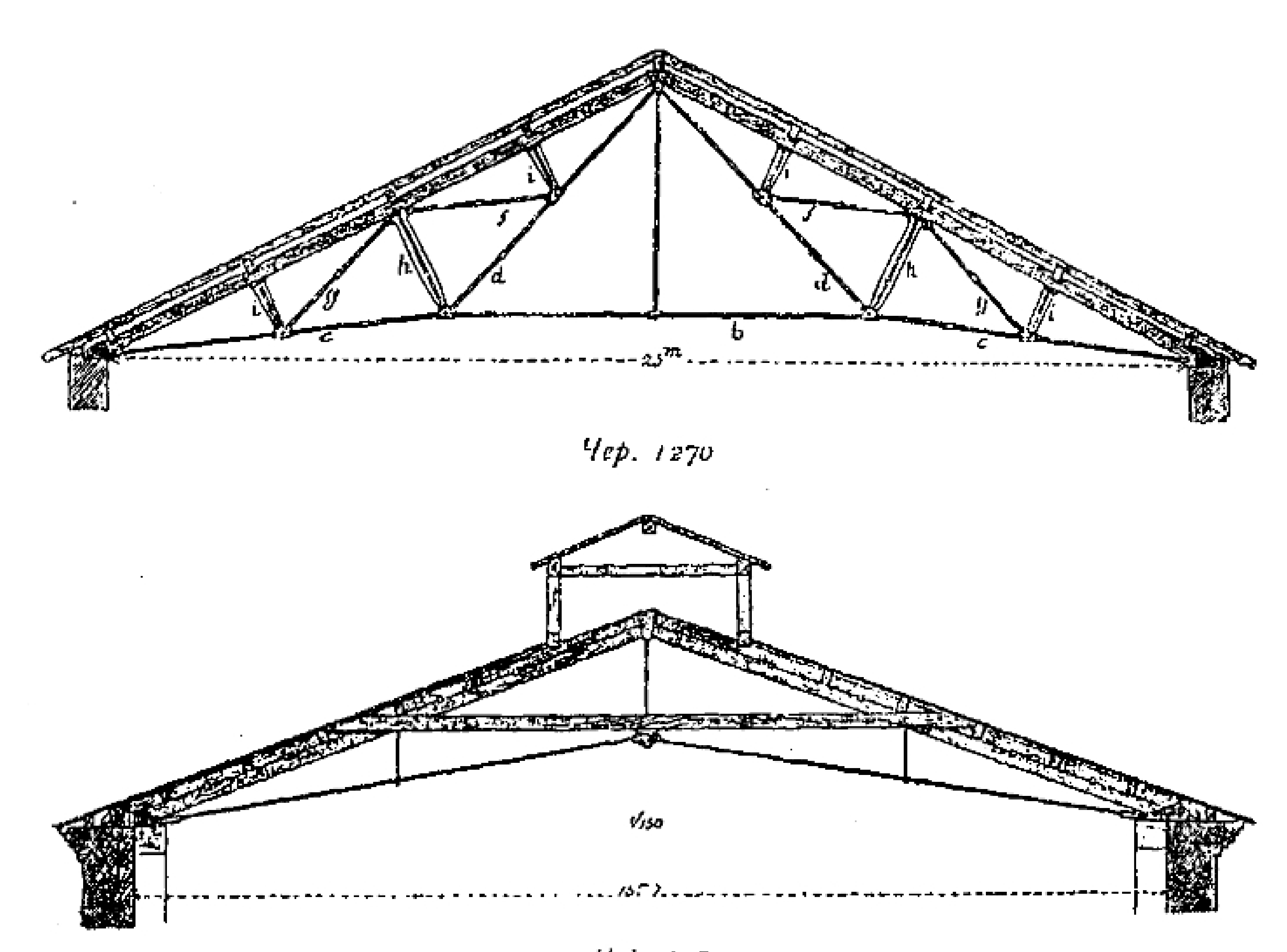
облегчающія сопряженія составныхъ частей. Подобныя фермы могутъ быть разставлены на разстояніяхъ отъ 1½ до 2-хъ саж., какъ это видно на поперечномъ разрѣзѣ фермы, чер. 1260 (текстъ), кромѣ горизонтальныхъ прогоновъ *aa*, соединяются еще крестообразными распорками *bb*, расположенными въ вертикальной плоскости подъ конькомъ.

Чер. 1261 — 1264 (текстъ) представляетъ подробности сопряженія частей. Давъ соотвѣтственные размѣры частямъ,

можно устроить по этой системѣ стропила для отверстія отъ 8 до 15 сажень.

Чер. 1265 (текстъ) представляетъ стропильную связь о 4-хъ бабкахъ для отверстія въ 11 сажень.

Чер. 1197 — 1198 (атласъ) изображаетъ стропильную ферму Московскаго экзерциргауза, какъ примѣръ самыхъ большихъ стропилъ, построенныхъ изъ дерева, по итальянской системѣ.



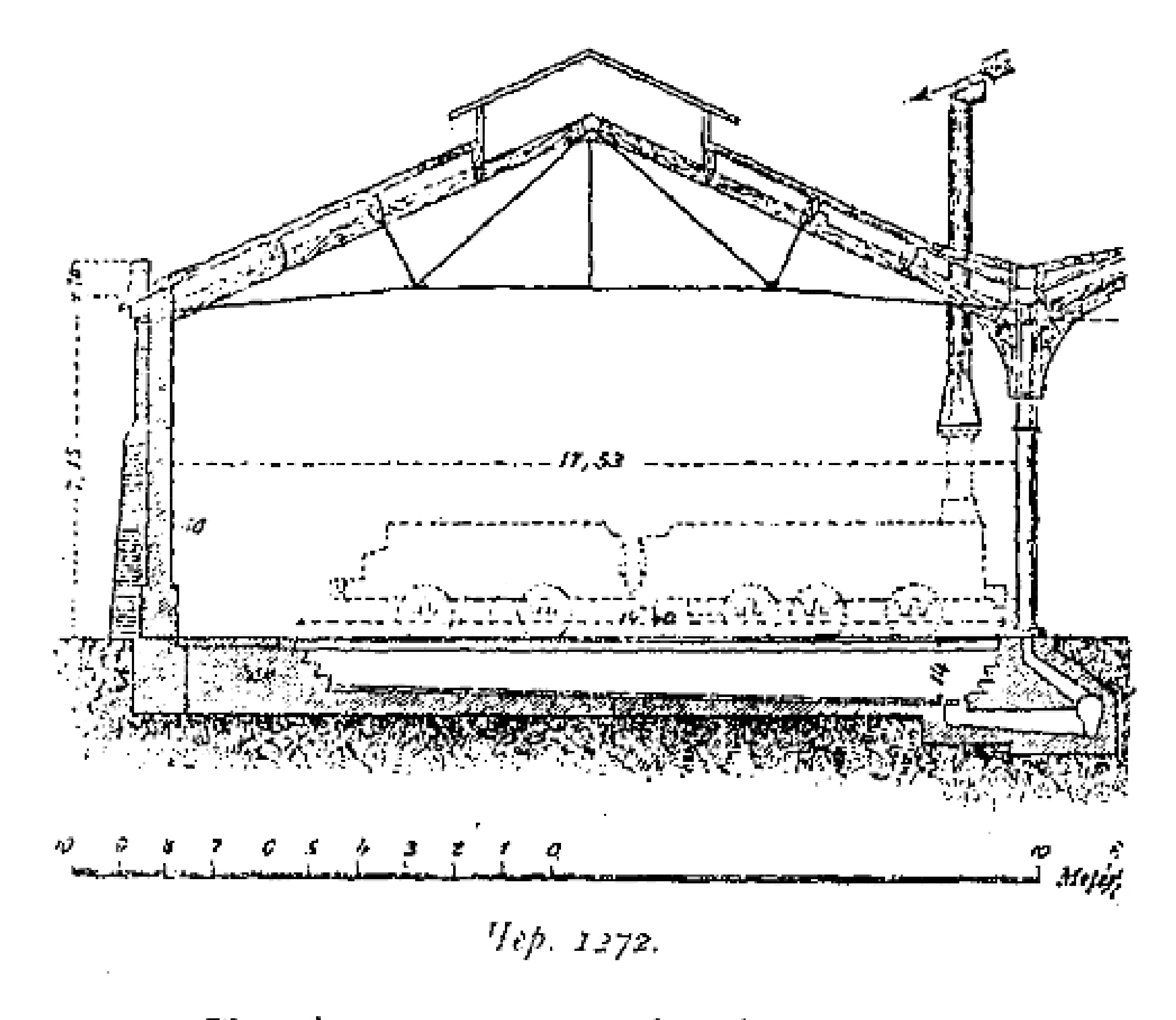
Чер. 1270

Чер. 1271

Особенность устройства ихъ составляютъ чугунные наголовники бабокъ. Наголовники эти введены для того, чтобы избѣгнуть сжатія древесныхъ фибръ, которое могло-бы произойти отъ сильнаго давленія, производимаго ригелями и подмогами на бабки. Кромѣ того, наголовники упростили сопряженіе брусьевъ, сходящихся въ одну точку. Каждая бабка состоитъ изъ двухъ схватокъ, связанныхъ съ чугуннымъ наголовникомъ желѣзными болтами, которые проходятъ сквозь вило-

образные желѣзные наугольники. Затяжка составлена изъ брусьевъ, врубленныхъ зубчатою плоскостью и скрѣпленныхъ болтами. Ноги связаны съ затяжкою хомутами, а фермы, между собою, схватками, расположенными на разныхъ высотахъ.

На чер. 1199—1210 (атласъ) представлены примѣры устройства *открытыхъ стропилъ*, т. е. такихъ, которыя видны изнутри строенія. Въ этихъ случаяхъ стропила, украшенныя рѣзьбою и живописью, составляютъ весьма красивое покрытіе помѣщеній. Открытыя стропила употреблялись обыкновенно въ Италіи для покрытія базиликъ; въ настоящее время онѣ примѣняются въ Англіи, Германіи и другихъ странахъ для покрытій церквей, пассажирскихъ залъ на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ и проч.



Чер. 1272.

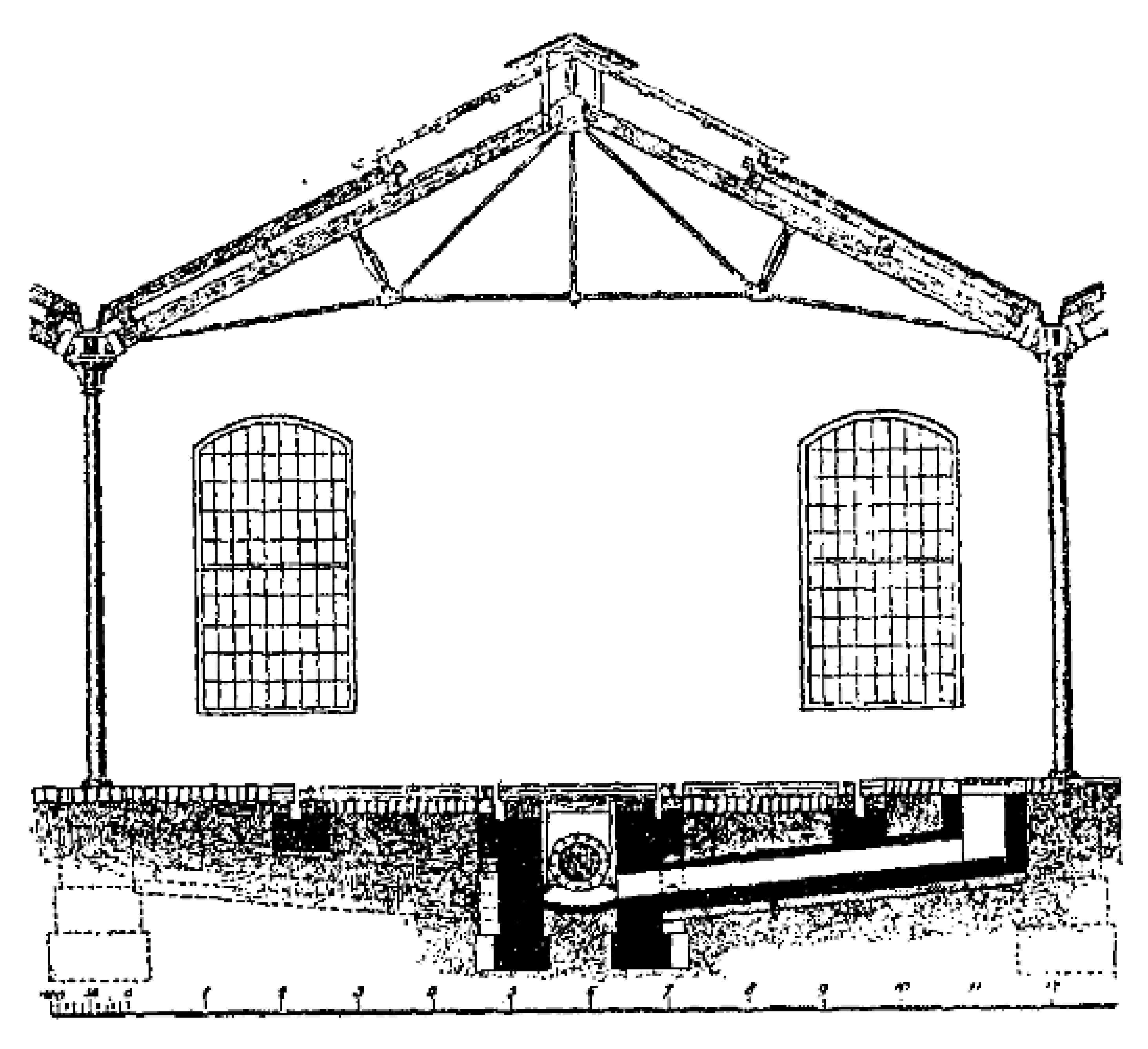
У насъ въ Россіи, такія стропила примѣняются часто для зданій выставокъ, загородныхъ вокзаловъ, верандъ и проч.

e) *Деревянныя подвѣсныя стропила.* Ферма подвѣсной системы состоитъ изъ стропильныхъ ногъ и затяжки, связанныхъ въ одно цѣлое посредствомъ распорокъ и болтовъ, которые размѣщены въ перемежку.

Чер. 1266 (текстъ) представляетъ подвѣсную ферму, уст-

роенную на отверстіе около 8-ми саж. Всѣ части ея, за исключеніемъ болтовъ, деревянныя. Стропильныя ноги упираются одна въ другую посредствомъ чугуннаго наголовника.

§ 110. **Смѣшанныя стропила растяжной системы.** Растяжная система, извѣстная подъ названіями Французской, Бельгійской (Polonceaux), состоитъ изъ стропильныхъ ногъ, подпертыхъ досками, перпендикулярными къ нимъ и подвѣшенными

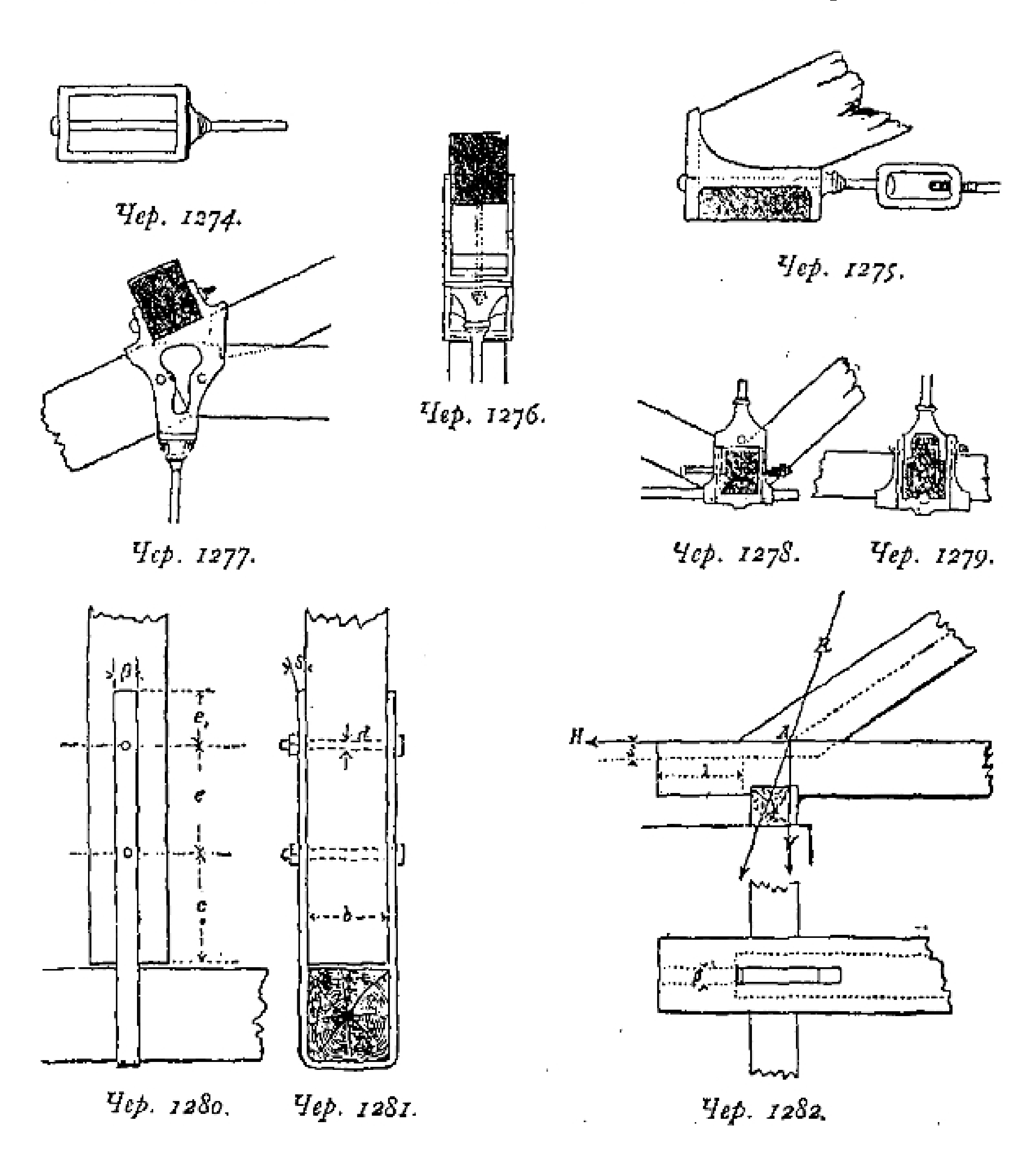


Чер. 1273

помощью струнъ; ноги связывается между собою затяжками, чер. 1267 (текстъ). При болѣе высокихъ крышахъ затяжку приподнимаютъ. Нога съ подкосами и двумя струнами образуетъ такъ называемый шпренгель. Простѣйшая форма растяжной системы состоитъ изъ 2-хъ ногъ, затяжки и подвѣс-наго бруса, поддерживающаго затяжку. Въ виду того, что стропильныя ноги и подкосы въ этой системѣ сжимаются, а струны и затяжка—растягиваются, то въ смѣшанной разстяж-

ной системѣ, стропильныя ноги дѣлаютъ изъ дерева, столбики или подкосы изъ дерева-же или изъ чугуна, а струны и затяжки изъ болтоваго желѣза или изъ проволочиыхъ канатовъ.

На чер. 1267—1273 (текстъ) представлены образцы примѣненія смѣшанной системы Polonceaux, для различныхъ

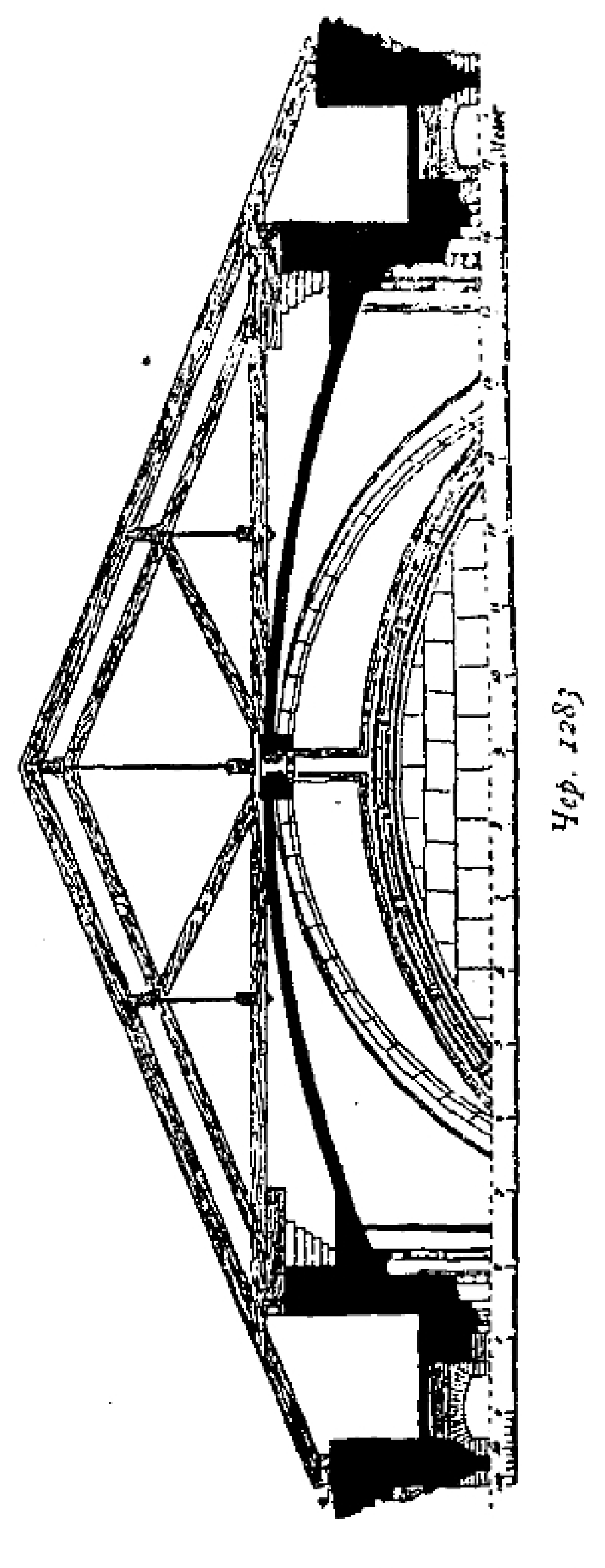


Чер. 1274. Чер. 1275. Чер. 1276. Чер. 1277. Чер. 1278. Чер. 1279. Чер. 1280. Чер. 1281. Чер. 1282.

размѣровъ пролета, а на чер. 1274—1301 (текстъ) и 1220—1254 (атласъ) показаны способы сопряженій между собою различиыхъ частей фермы.

§ 111. **Кружальныя деревянныя стропила** состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, поддержанныхъ подпорою, которая имѣетъ

форму трегольника, многоугольника или арки; въ послѣднемъ случаѣ стропила называются также *арочными*. Кружальныя стропила не имѣютъ, обыкновенно, затяжки и потому употребляются тогда, когда пространство, заключенное подъ стропилами, должно составлять часть внутренняго помѣщенія зданія. Но если, для уничтоженія значительнаго распора, производимаго на стѣны пологими кружальными стропилами, связать пяты ихъ затяжками, то получится чердакъ совершенно свободный. Это условіе, часто необходимое въ строеніи; не можетъ быть выполнено при висячихъ стропилахъ.

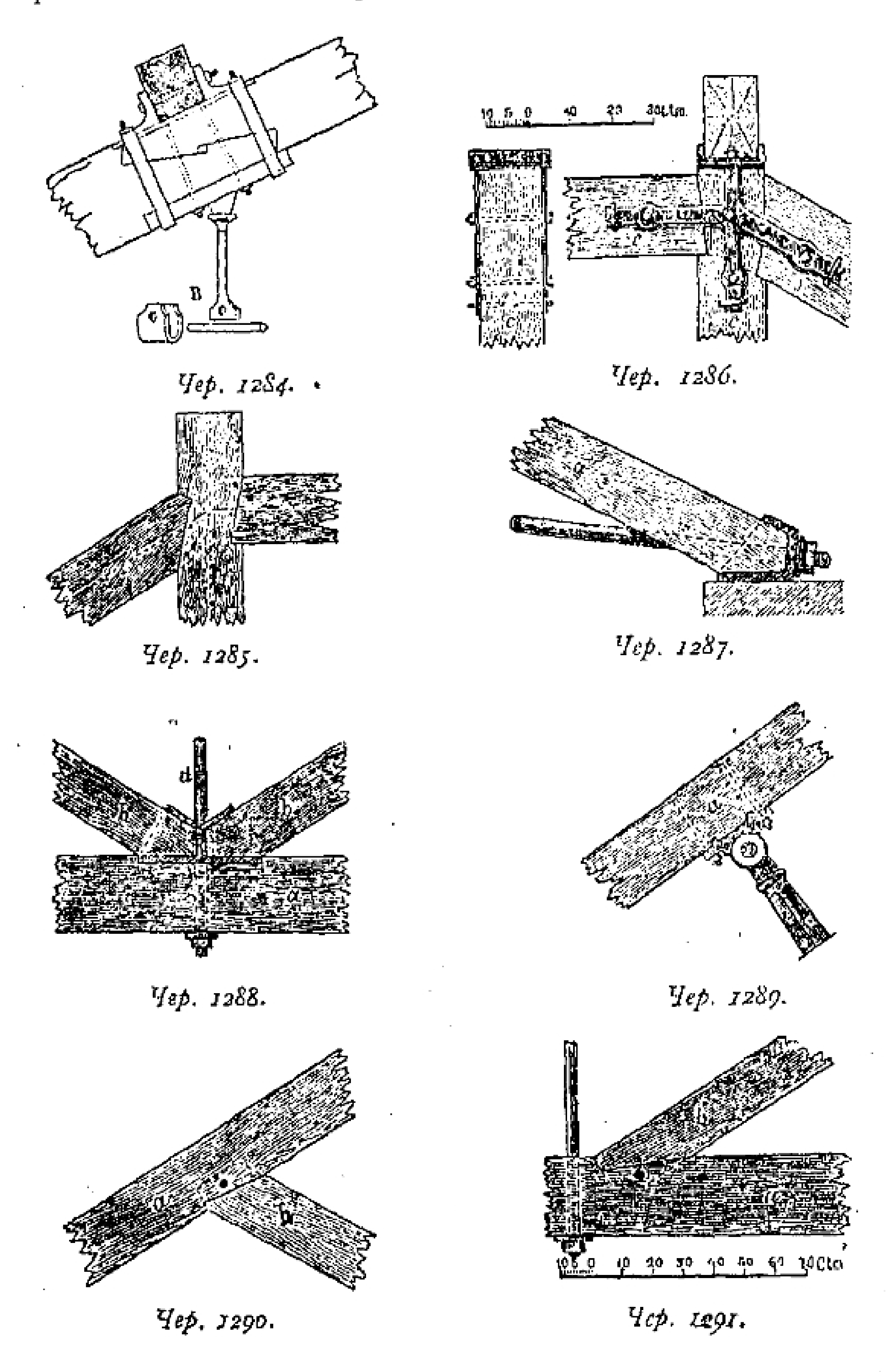

Чер. 1283

Стропила, показанныя на чер. 1302 (текстъ), представляютъ переходъ отъ системы висячихъ стропилъ къ кружальнымъ. Онѣ составляются изъ толстыхъ досокъ, поставленныхъ на ребро и сколоченныхъ гвоздями.

На чер. 1303—1306 (текстъ) изображены стропила, у которыхъ стропильныя ноги поддерживаются брусками въ видѣ многоугольника. Горизонтальныя схватки противудѣйствуютъ распору стропильной фермы.. Если внутренность стропильной фермы должна представлять видъ арки, то всего выгоднѣе система устройства, показанная на чер. 1182—1185 (атласъ).

Внутренній многоугольникъ, получившій форму арки отъ придаточныхъ косяковъ, сопрягается съ стропильными ногами

посредствомъ схватокъ, расположенныхъ нормально къ аркѣ.



Чер. 1284.

Чер. 1286.

Чер. 1285.

Чер. 1287.

Чер. 1288.

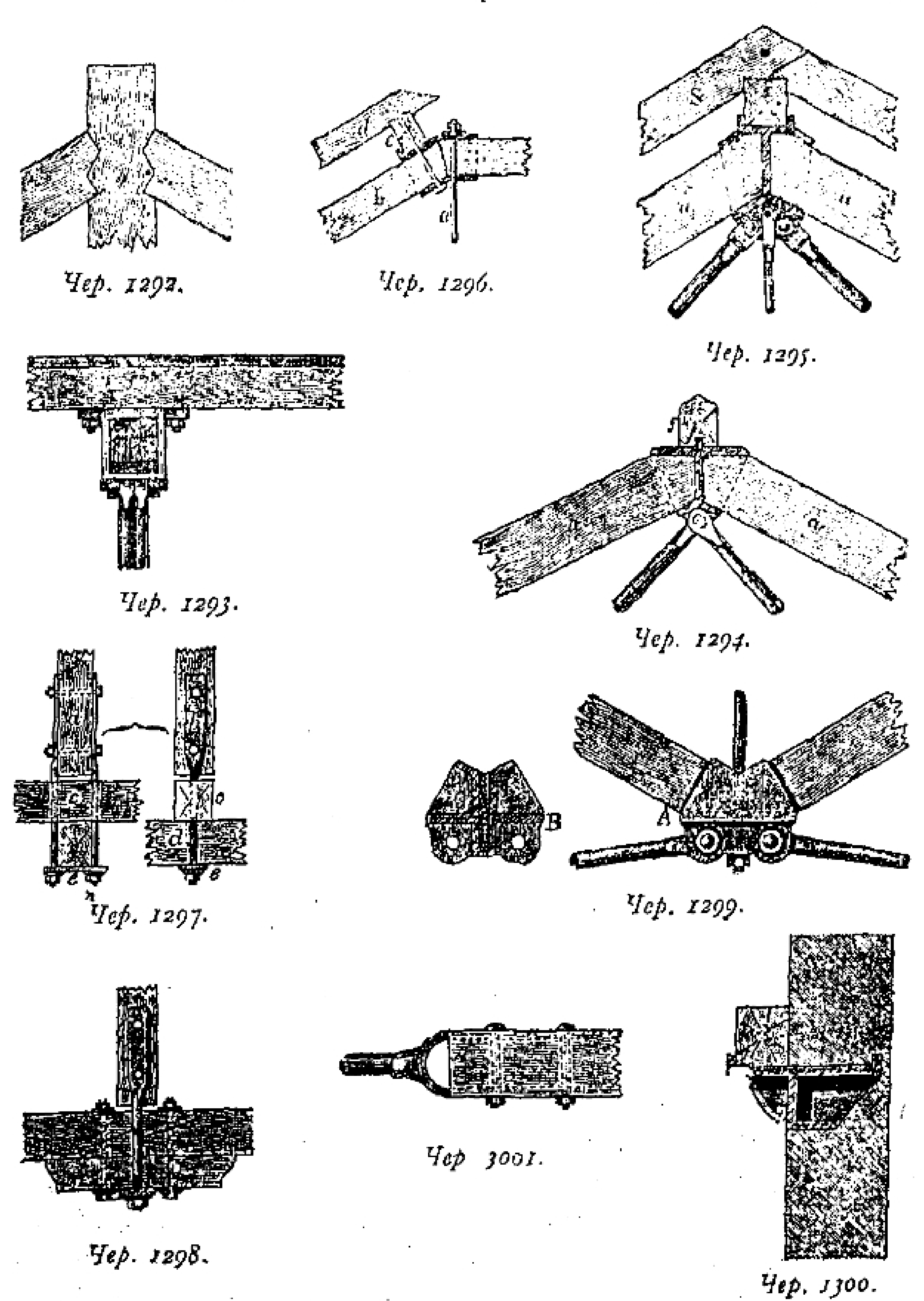
Чер. 1289.

Чер. 1290.

Чер. 1291.

Вертикальную стойку ставятъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ стѣны для того, чтобы ферма не могла упираться на верх-

нюю часть этой стѣнки и передавать ей горизонтальнаго давленія, обнаруживаемаго фермою отъ дѣйствія внѣшнихъ



Чер. 1292.

Чер. 1296.

Чер. 1295.

Чер. 1293.

Чер. 1294.

Чер. 1297.

Чер. 1299.

Чер. 1298.

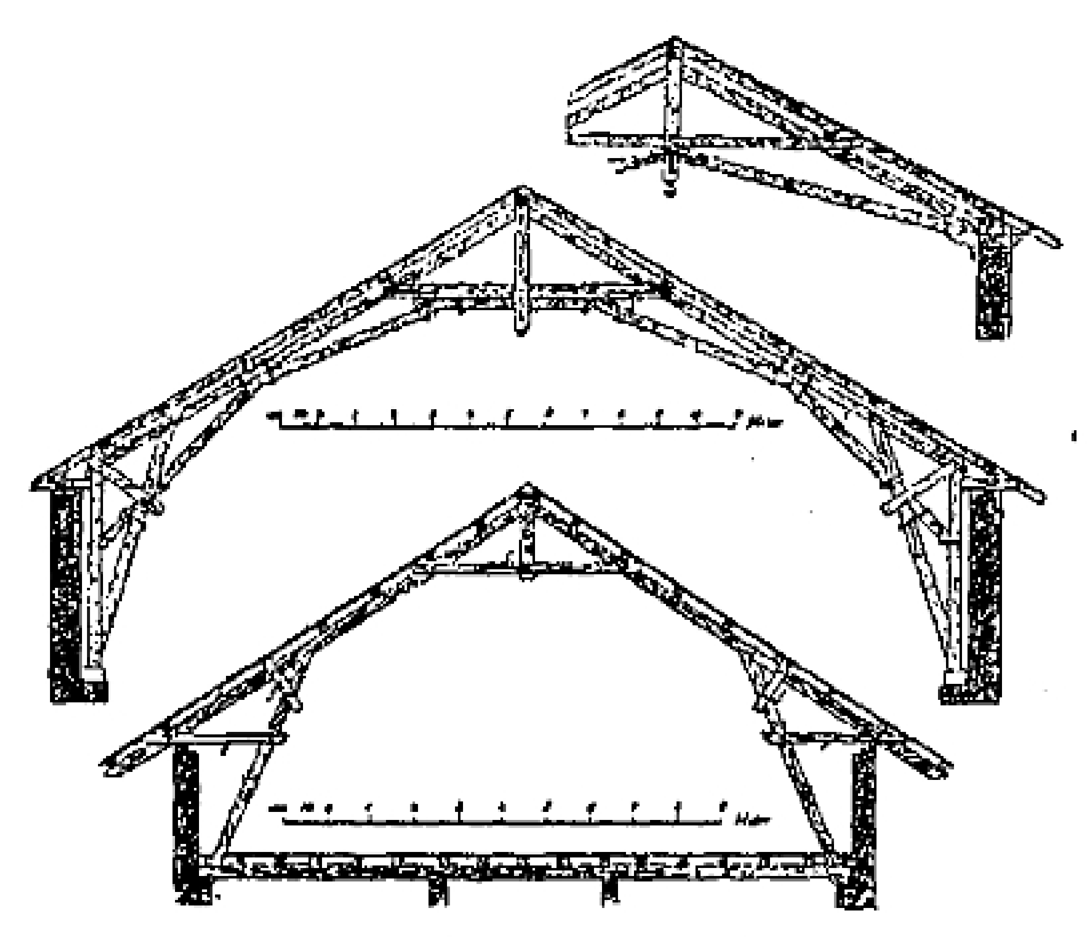
Чер 3001.

Чер. 1300.

силъ и собственнаго вѣса крыши. Давленіе это должно передаваться стѣнѣ у пятъ арки.

Для поддержанія стропильныхъ ногъ могутъ быть употреблены арки, составленныя изъ досокъ, изогнутыхъ плашмя по кривизнѣ арки и укрѣпленныхъ въ такомъ положеніи болтами и хомутами, чер. 1182—1187 (атласъ). Арка соединяется съ ногами и вертикальною стойкою, находящеюся у стѣны, посредствомъ схватокъ. Стропильныя ноги, кромѣ арки, имѣютъ еще для прикрѣпленія своего подкосы и подбалки. Стропила эти извѣстны подъ названіемъ стропилъ по системѣ *Эми,* который ввелъ ихъ въ употребленіе.

Арочныя стропила, извѣстныя подъ названіемъ стропилъ

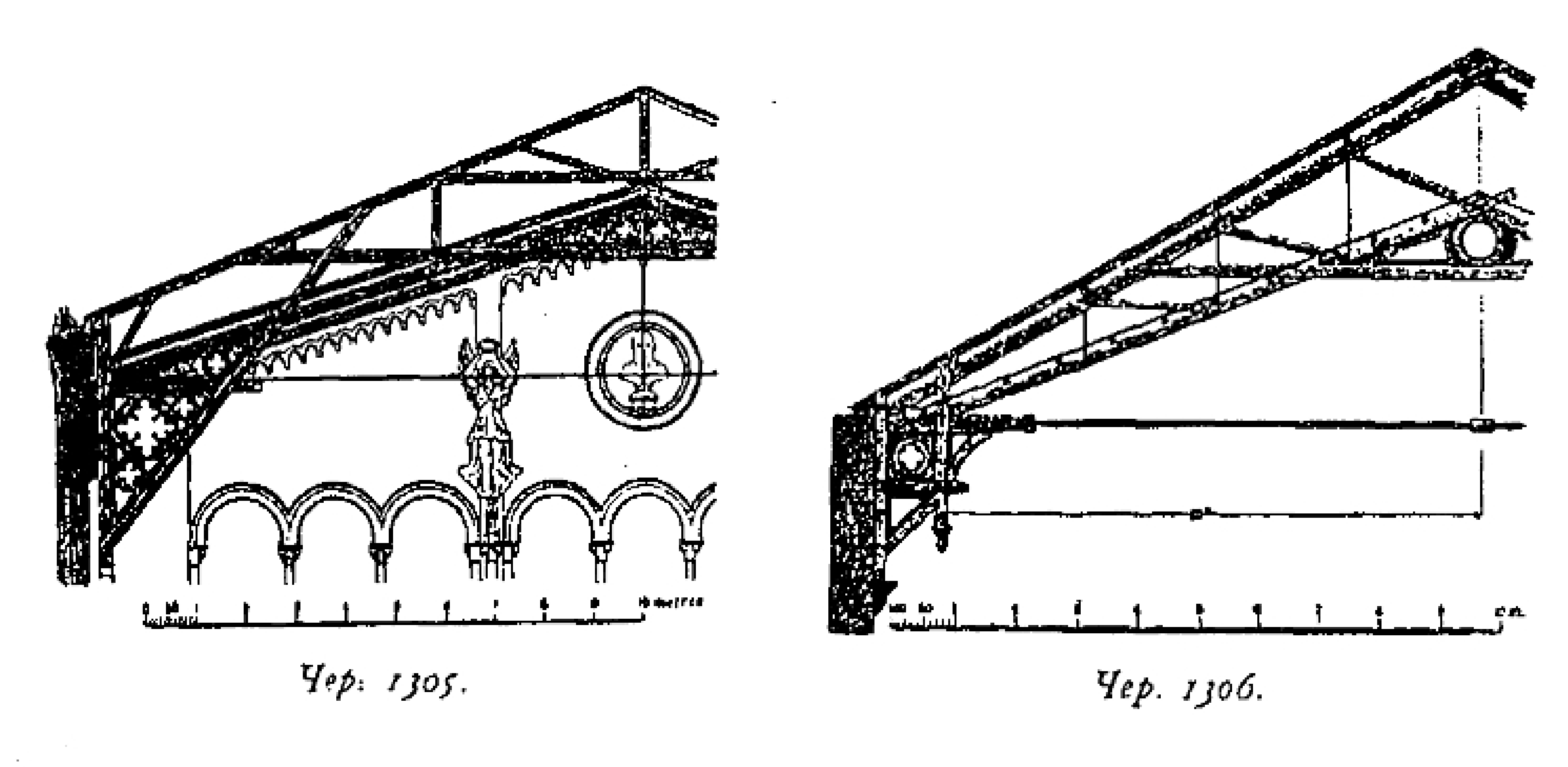


Чер. 1302. Чер. 1303. Чер. 1304.

Делорма, показаны на чер. 1186—1195 (атласъ). Въ нихъ стропильныя фермы состоятъ изъ досокъ, поставленныхъ на ребро. Арка составляется изъ досчатыхъ косяковъ небольшой длины. Стыки косяковъ расположены въ перевязку, должны быть сдѣланы по линіи, нормальной къ направляющей арки. Арка составляется изъ 2-хъ, 3-хъ или изъ большаго числа рядовъ досокъ, которыя сколачиваются посредствомъ деревянныхъ нагелей, проходящихъ сквозь цѣлую толщину фермы. Для образованія покатыхъ плоскостей крыши употребляютъ приставки, составленныя изъ досокъ, по тому же способу, какъ и арки. Приставки соединяются съ

аркою, верху стропилъ, посредствомъ вертикальной доски, а внизу — посредствомъ досчатыхъ схватокъ, занимающихъ здѣсь мѣсто шпалъ. Въ аркахъ и приставкахъ пробиты, на одинаковыхъ разстояніяхъ, дыры для прохода горизонтальныхъ брусковъ, закрѣпляемыхъ на мѣстѣ клипушками. Стропильныя фермы ставятся на мауэрлатахъ: взаимное разстояніе ихъ — $1^1/_2$ аршина.

Горизонтальные бруски проходятъ только черезъ двѣ или три смежныя фермы и располагаются въ перевязку. Преимущество этихъ стропилъ то, что для нихъ не нужно круппаго лѣса. Онѣ могутъ быть употреблены при отверстіяхъ отъ 6 до 15 саженъ. Работа ихъ однако-жъ обходится



Чер. 1305. Чер. 1306.

дорого и онѣ опасны во время пожара, по причинѣ удобовозгараемости и трудной разборки.

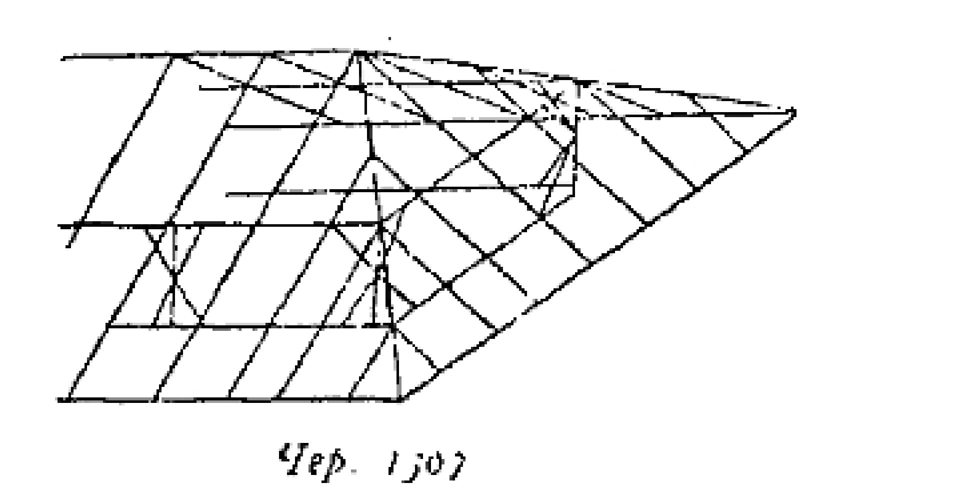
Ребра изъ досчатыхъ косяковъ весьма удобиы для составленія арокъ произвольной кривизны. По этой причинѣ подобныя арки часто вводятся въ систему брусковыхъ стропилъ для того, чтобы придать имъ криволинейную поверхность внутри или снаружи.

§ **112. Деревянныя стропила для шатровыхъ крышъ** устраиваются также, какъ и для крышъ двускатныхъ. Только выдающіеся углы требуютъ нѣкоторыхъ особенныхъ пріемовъ. Вотъ нѣсколько пріемовъ устройства шатровыхъ крышъ.

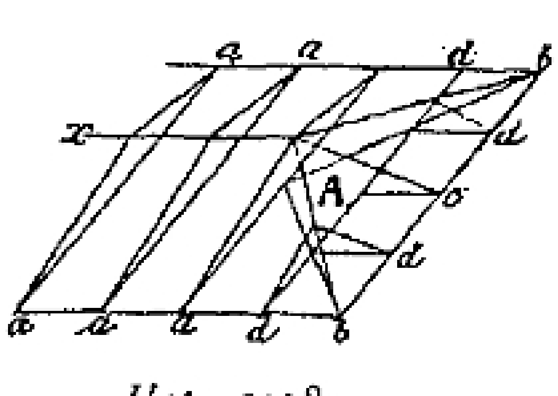
Наслонныя стропила устраиваются для шатровой крыши

на сомкнутой рамѣ, которая опирается на потолочныя балки. Видъ расположенія частей показанъ на чер. 1307 (текстъ).

Висячія стропила для шатровой крыши, чер. 1308 (текстъ), состоятъ; 1) изъ стропильныхъ фермъ *aa*, поставленныхъ поперегъ строенія точно такъ, какъ при двускатной крышѣ; 2) изъ діагональныхъ полуфермъ *b*, упирающихся концами на послѣднюю поперечную ферму; 3) изъ продольной полуфермы *c*; и 4) изъ *нарожниковъ* или полустропилъ *dd*, опирающихся вершинами па діагональныя полуфермы, которыя, поэтому, для достаточной устойчивости, должны быть соединены брускомъ *x*, идущимъ по коньку. Давленіе, произ-



Чер. 1307



Чер. 1308.

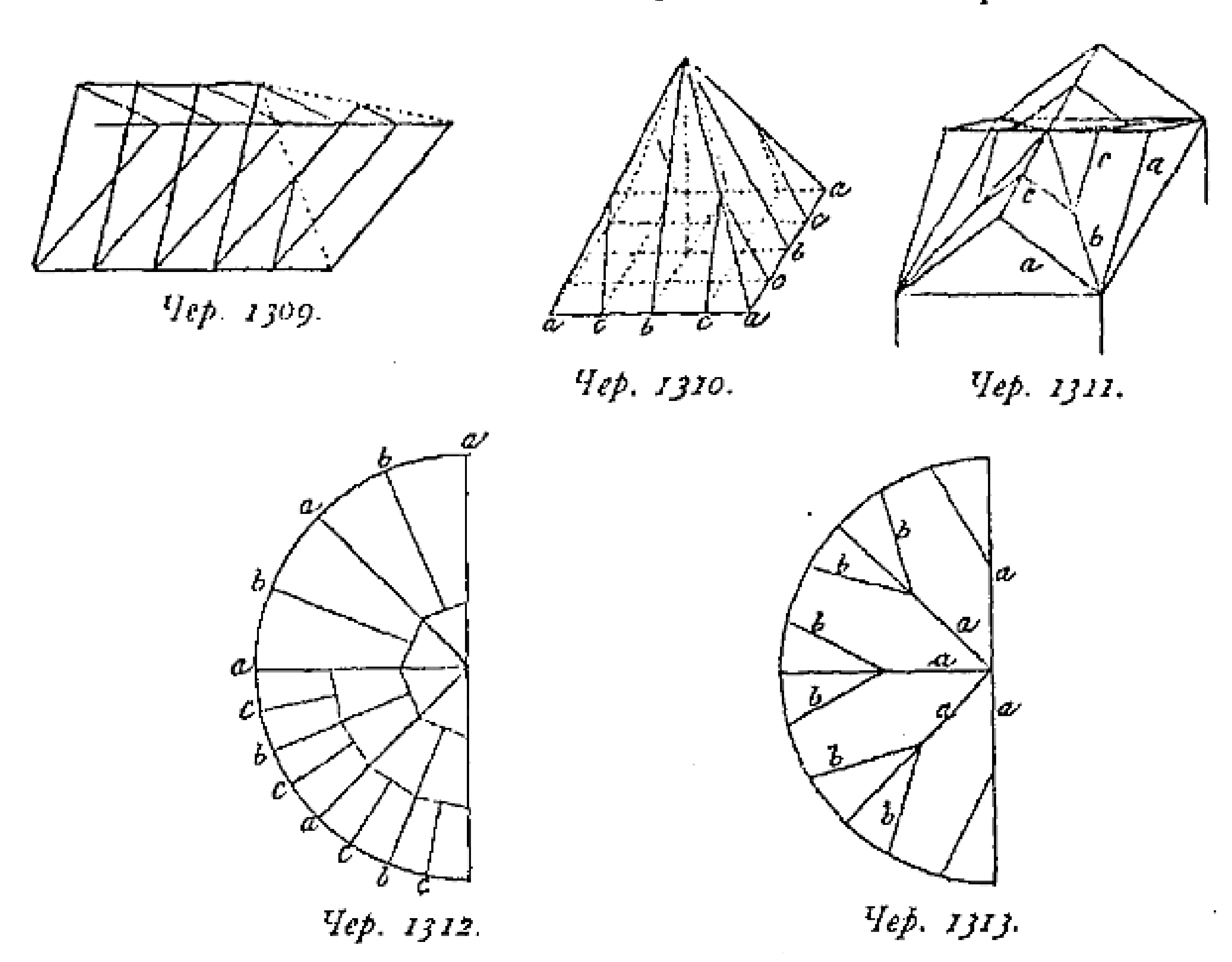
водимое на этотъ брусъ одною вальмою, уравновѣсится давленіемъ вальмы, лежащей съ противуположной стороны. Діагональныя полуфермы нагружаются болѣе, чѣмъ поперечныя фермы, кромѣ того верхняя часть ихъ ослабляется гнѣздами для помѣщенія нарожниковъ, а потому фермы эти должны быть сильнѣе прочихъ фермъ. Пяты продольной полуфермы и нарожниковъ упираются въ шпалы, которыя врублены лапою въ затяжки.

Если стропильныя ноги фермъ подперты подкосами, упирающимися въ бабки, то всѣ подкосы одной вальмы какъ діагональныхъ полуфермъ, такъ и продольной полуфермы, будутъ упираться въ одну бабку крайней поперечной фермы. Равнодѣйствующая, происшедшая отъ давленія всѣхъ этихъ подкосовъ на нижній конецъ бабки, будетъ направлена по длинѣ строенія и, слѣдовательно, для противудѣйствія ей долженъ быть положенъ горизонтальный прогонъ, связывающій концы всѣхъ бабокъ и оканчивающійся у противуположной вальмы.

Другой способъ устройства вальмъ шатровой крыши по-

казанъ на чер. 1309 (текстъ). Поперечныя стропильныя фермы продолжаются до крайней поперечной стѣны строенія, уменьшаясь въ высотѣ и измѣняя свой видъ, сообразно формѣ крыши. По діагональному ребру кладутся бруски или просто доски и составляютъ связь между стропилами и основаніемъ кровли по этому направленію. Этотъ способъ устройства особенно удобенъ при полувальмахъ.

Всѣ фермы, идущія поперегъ строенія, чер. 1308 (текстъ), имѣютъ обыкновенно затяжки, равно какъ и нарожники параллельные фермамъ.



Чер. 1309. Чер. 1310. Чер. 1311. Чер. 1312. Чер. 1313.

раллельные фермамъ. Нарожники вальмы и ноги средней полуфермы упираются въ шпалы. Шпалы эти, чер. 1307 и 1308 (текстъ), въ свою очередь врубаются въ крайнюю затяжку *A*, лапою. Затяжки діагональныхъ полуфермъ могутъ быть положены сверху затяжекъ прочихъ фермъ и прикрѣплены къ нимъ врубками или болтами.

§ 113. **Стропила пирамидальныхъ крышъ** состоятъ, чер. 1310 (текстъ), изъ діагональныхъ фермъ *a*, полуфермъ *b*, перпендикулярныхъ къ сторонамъ основанія пирамиды и изъ нарожниковъ *cc*.

Стропила многощипцовой крыши состоятъ, чер. 1311 (текстъ), изъ полныхъ фермъ *aa*, поставленныхъ на сторонахъ основанія крыши; изъ діагональныхъ фермъ *bb*, и изъ отрѣзковъ фермъ *cc*, у которыхъ пяты врублены въ діагональныя фермы. Для взаимной связи всѣхъ фермъ и отрѣзковъ фермъ служатъ горизонтальные прогоны, положенные по конькамъ крыши.

Какъ въ пирамидальной, такъ и въ многощипцовой крышѣ, обыкновенно, по рединѣ ея помѣщаютъ бабку, въ которую упираются симметрически-расположеиные подкосы, поддерживающіе ноги различныхъ фермъ и полуфермъ.

При пересѣченіи двухъ двускатныхъ кровель, стропила для той части крыши, въ которой происходитъ пересѣченіе, составляются также какъ и для многощипцовой крыши. Но если къ крышѣ примыкаетъ другая двускатная крыша меньшей высоты, тогда надъ главною крышею располагаютъ стропила такъ, какъ-бы для двускатной крыши. Потомъ отрѣзки фермъ малой крыши ставятся иа стропила главной крыши.

На чер. 1190—1193, 1260—1275 (атласъ) представлено нѣсколько примѣровъ устройства пирамидальныхъ крышъ, конструкція которыхъ удобопонятна изъ чертежей.

§ 114. **Стропила для коническихъ крышъ** состоятъ изъ полуфермъ, которыя всѣ упираются въ бабку, расположенную по направленію оси конуса. Но если коническая крыша имѣетъ по срединѣ отверстіе, то ноги упираются въ кольцо, помѣщенное въ этомъ отверстіи. Стропильныя ноги, будучи направлены всѣ къ вершинѣ конуса, находятся на неодинаковыхъ разстояніяхъ въ нижней и въ верхней части крыши. Въ небольшихъ крышахъ это не составляетъ важнаго неудобства, но въ большихъ надобно употребить одно изъ слѣдующихъ средствъ:

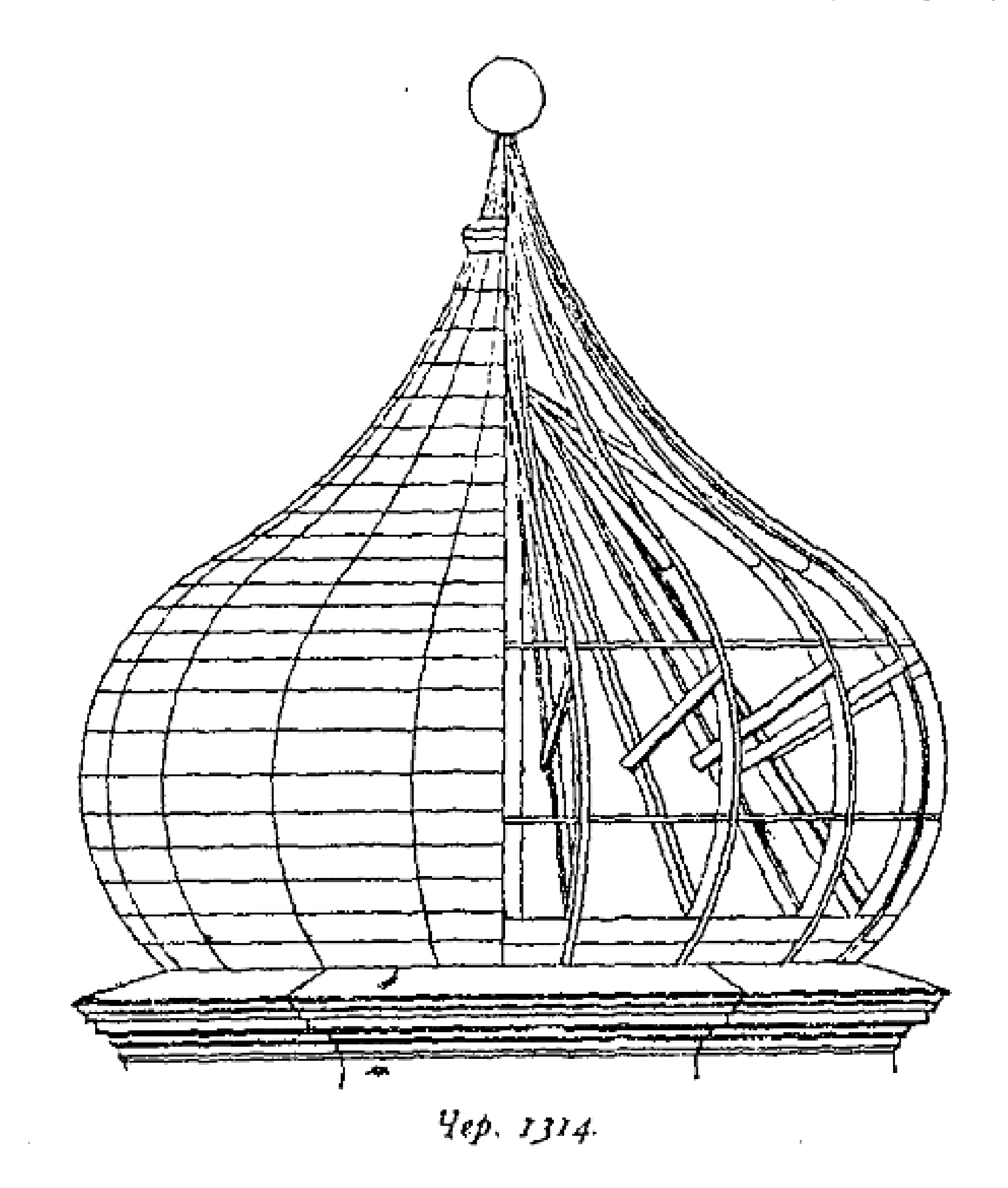
1) Крыша составляется, чер. 1312 (текстъ), изъ нѣсколькихъ главныхъ полуфермъ *aaa* (ихъ обыкновенно бываетъ восемь). Для заполненія промежутковъ между ними врубаются въ поперечины, соединяющія полуфермы, полуноги *bb*. Еслибы и между этими брусками разстояніе было велико, то его можно подраздѣлить такимъ же образомъ посредствомъ брусковъ *ccc*.

2) Другой способъ заполненія промежутковъ между фермами показанъ на чер. 1313 (текстъ). Къ главнымъ стропильнымъ ногамъ *a, a, a* прикрѣпляютъ полуноги *b, b. b.*

На чер. 1260—1281 (атласъ) представлены примѣры конструкціи стропилъ при устройствѣ шпицовъ.

Стропила купольныя могутъ быть составлены изъ полуфермъ различныхъ системъ.

На чер. 1314 и 1315 (текстъ) показанъ примѣръ устрой-

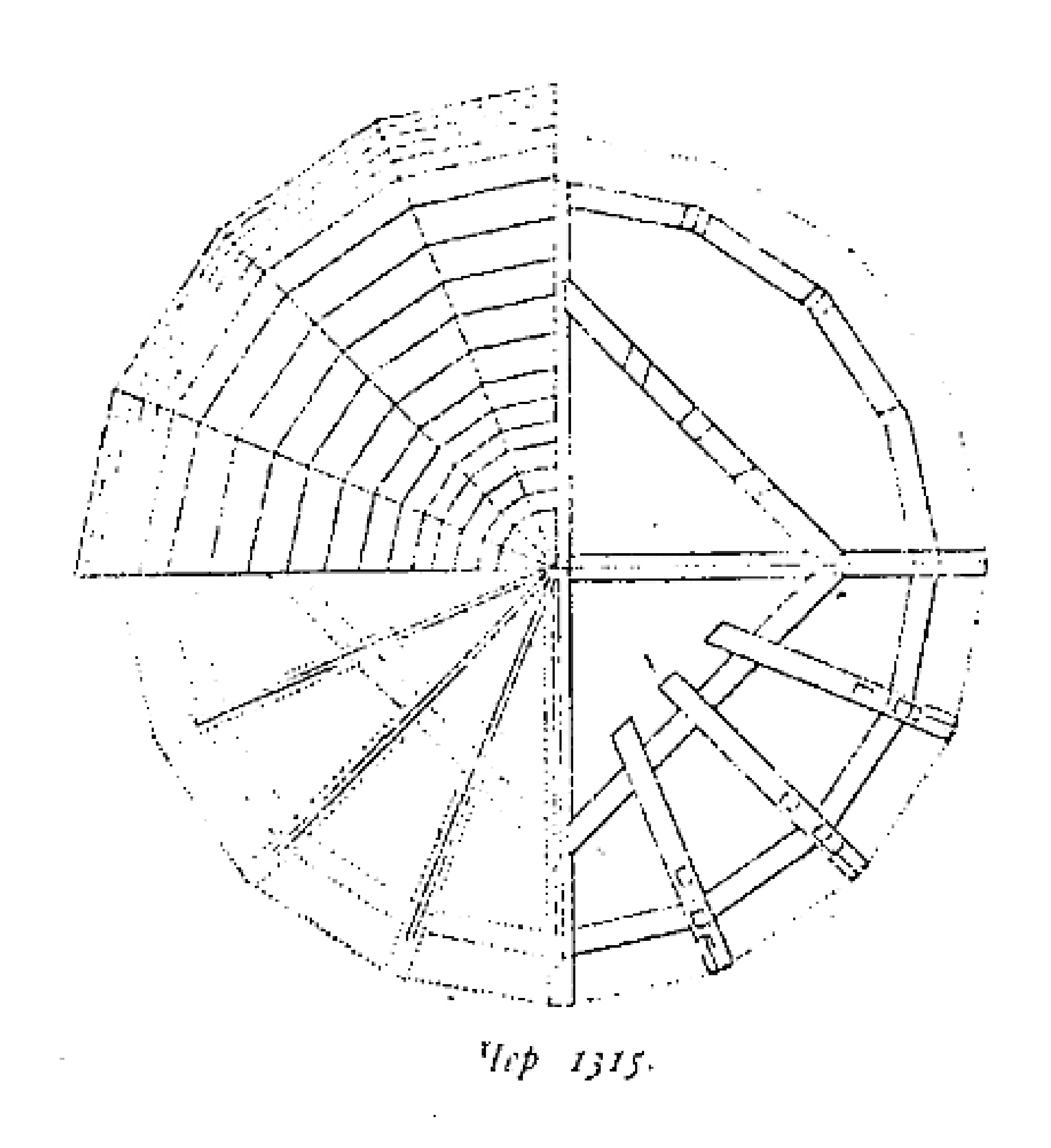


Чер. 1314.

ства купола малаго діаметра около $2^1/_2$ саж.; стропильныя ноги его сдѣланы изъ досокъ, поставленныхъ на ребро. Для образованія внѣшняго профиля купола, къ ногамъ прикрѣплены кружальныя дуги, составленныя изъ двухъ рядовъ досокъ, сколоченныхъ на ребро. Изъ плана стропилъ видно, что четыре ноги врублены въ затяжки, а остальныя въ шпалы. Дабы вѣтеръ не могъ сорвать легкой крыши, затяжки при-

крѣпляютъ къ стѣнѣ желѣзными хомутами (ушами) *c*, чер. 1317 (текстъ).

Всѣ стропила обшиты снаружи досками, которыя связываютъ неразрывно стропильныя фермы и служатъ вмѣстѣ съ тѣмъ основанiемъ металлической кровли. На чер. 1318 и 1319 (текстъ) показано устройство деревянныхъ стропилъ для купола въ 7½ сажень дiаметромъ. (Церковь л. гв. Семеновскаго полка въ С.-Петербургѣ). Остовъ стропилъ составленъ изъ бревенъ; кружала для образованiя профиля купола — изъ



Чер. 1315.

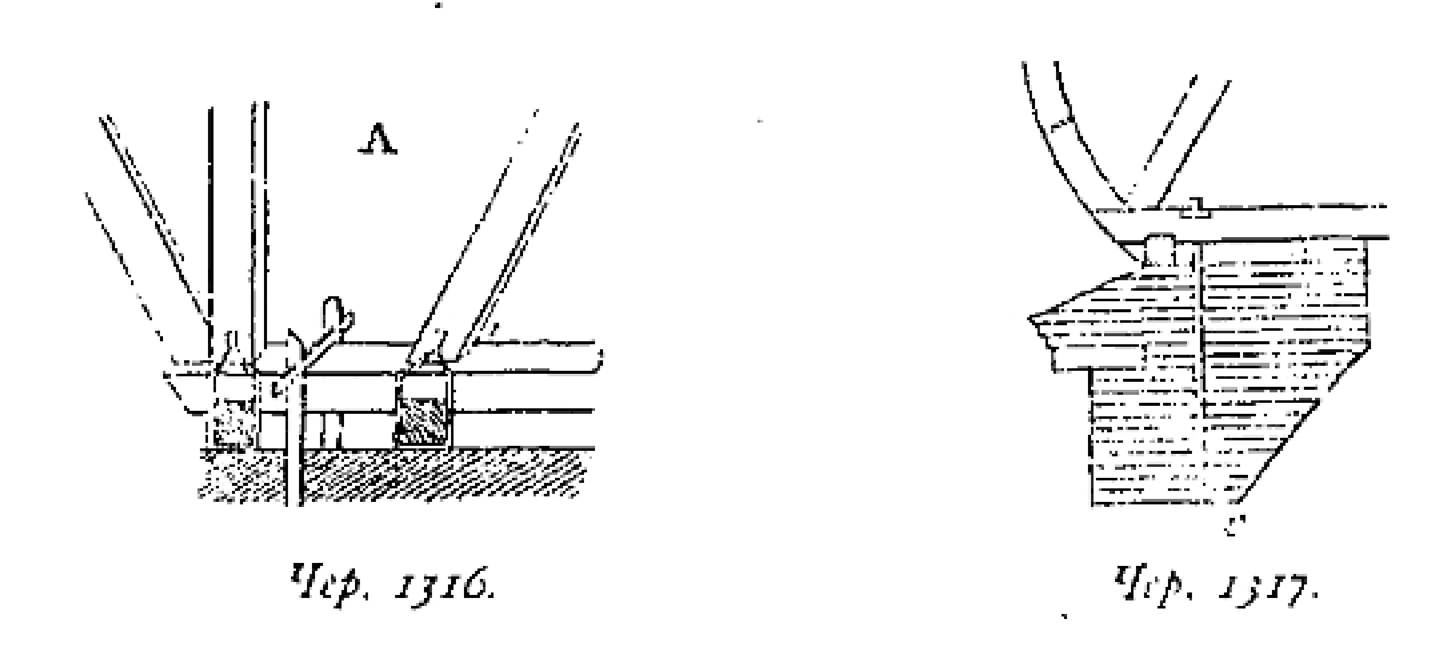
досокъ; подпорки, служащiя для поддержанiя этихъ кружалъ также состоятъ изъ досокъ, приколоченныхъ къ концамъ гвоздями. Чер. 1316 (текстъ) представляетъ подробности желѣзныхъ связей для прикрѣпленiя стропилъ къ стѣнѣ.

На чер. 1282—1286 (атласъ) показаны примѣры устройства деревянныхъ стропилъ для куполовъ различныхъ формъ.

На чер. 1287—1301 (атласъ) показаны примѣры устройства деревянныхъ стропилъ разныхъ системъ въ томъ видѣ, какъ онѣ примѣняются для построекъ въ Германiи.

§ 115. **Стропила деревянныя для зубчатыхъ крышъ** (Scheddach). Зубчатыя крыши имѣютъ цѣлью, кромѣ защиты зданія отъ атмосферныхъ вліяній, доставлять перекрываемому ими пространству равномѣрное, вполнѣ достаточное освѣщеніе, притомъ безъ прямого доступа солнечныхъ лучей. Подобнаго рода крыши весьма пригодны для покрытія фабричныхъ зданій, желѣзно-дорожныхъ и другого назначенія мастерскихъ и т. п.

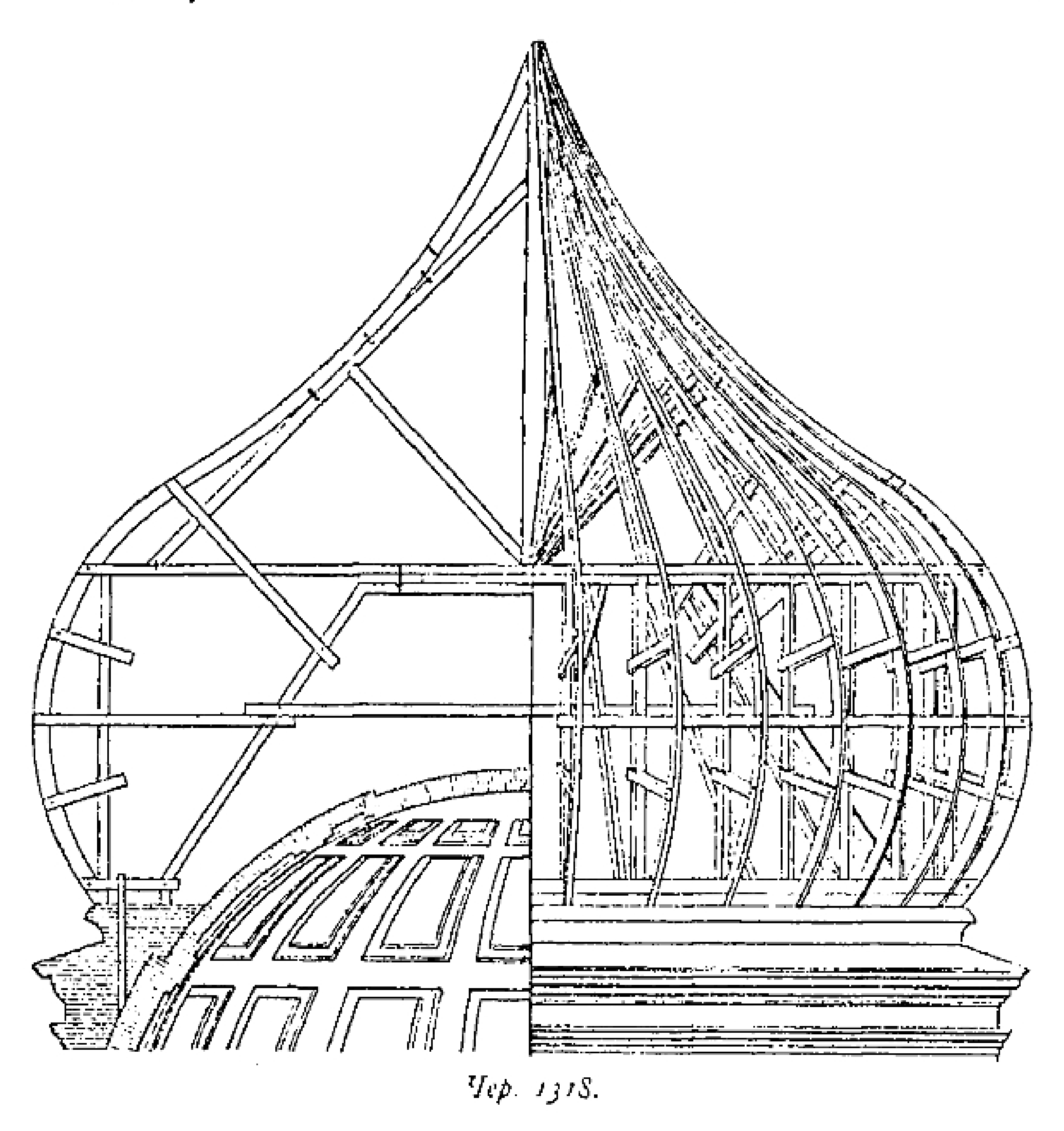
Въ разрѣзѣ, чер. 1255 (атласъ), зубчатая крыша представляетъ рядъ двускатныхъ покрытій, въ которыхъ одна сторона свѣтовая (со стеклами) обыкновенно обращена къ сѣверу и имѣетъ болѣе круглое положеніе относительно горизонта, другая-же, болѣе пологая, представляетъ сплош-



Чер. 1316. *Чер. 1317.*

ное покрытіе, уголъ наклоненія коего зависитъ отъ рода употребленнаго кровельнаго матеріала. Зданія съ зубчатыми крышами получаютъ свѣтъ исключительно черезъ свѣтовыя грани крыши и должны быть преимущественно одноэтажныя (какъ это и безъ того имѣетъ мѣсто въ случаѣ: вагонныхъ сараевъ, вагонныхъ и паровозныхъ мастерскихъ) и, слѣдовательно, занимать сравнительно значительную площадь основанія. При соотвѣтственно невысокихъ зданіяхъ облегчается доставка матеріаловъ, уменьшается опасность въ случаѣ пожара, упрощается устройство всего строенія, успѣхъ-же работы увеличивается вслѣдствіе доставленія равномѣрнаго и не рѣзкаго для глазъ свѣта. Уголъ наклоненія свѣтовой грани къ горизонту долженъ быть отъ 45° до 90°, чаще бываетъ 60°—70°; чѣмъ уголъ ближе къ 45°,

тѣмъ больше свѣта входитъ и лучи менѣе преломляются; чѣмъ уголъ ближе къ 90°, тѣмъ свѣтовая грань свободнѣй отъ атмосферныхъ вліяній (снѣга, дождя, пыли и проч.); уголъ, составляемый обоими скатами бываетъ въ 90° или менѣе, а уголъ наклоненія къ горизонту закрытой грани,



Чер. 1318.

обыкновенно не свыше 20°—30°, соотвѣтственно роду кровельнаго матеріала.

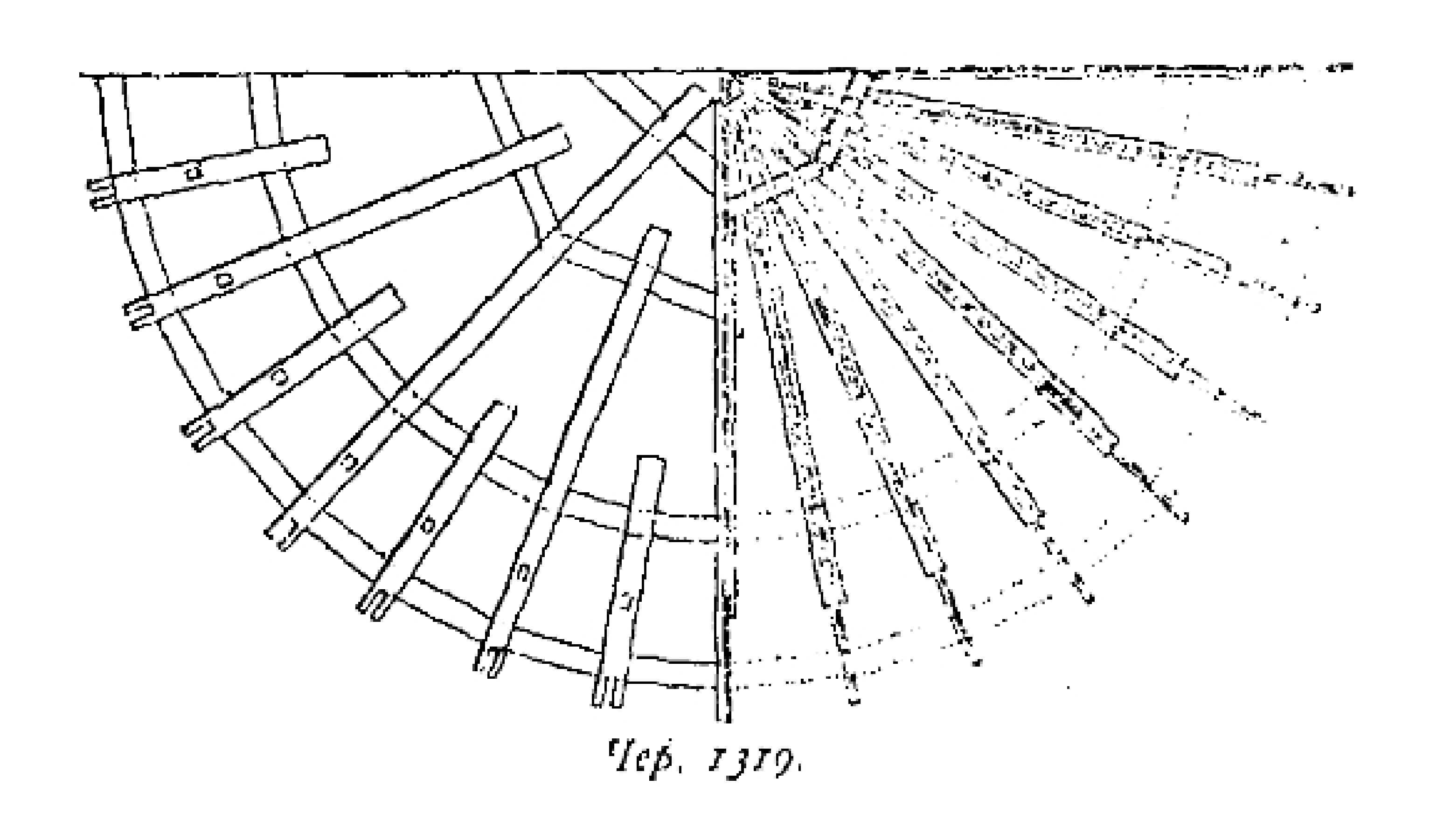
Величина пролстовъ въ зубчатыхъ крышахъ встрѣчается отъ 3-хъ до 15 метровъ и зависитъ какъ отъ назначенія помѣщенія, такъ и въ особенности отъ того, требуются-ли для машинныхъ проводовъ или допускаются колонны въ помѣщеніяхъ, чер. 1258—1259 (атласъ). На чер. 1255—1259

(атласъ) представлены различные способы устройства зубчатыхъ крышъ. Вообще для фермъ зубчатыхъ крышъ примѣняются всѣ вышеразсмотрѣнныя системы прямолинейныхъ стропилъ; разстоянія-же между фермами измѣняются отъ 3,5 до 7 метровъ.

116. Оковка деревянныхъ стропильныхъ фермъ употребляется:

1) Для усиленія сопряженій частей, составляющихъ ферму.

2) Для того, чтобы усиленіе вѣтра, дѣйствующаго горизонтально на крышу, не могло разъединить частей, сопряженныхъ только одними врубками.



Чер. 1319.

3) Наконецъ, для того, чтобы вѣтеръ, врывающійся черезъ окна и люки, оставляемые въ кровлѣ и дѣйствующій на нижнюю поверхность ея, не могъ приподнять крыши.

Простѣйшія оковки состоятъ изъ *скобъ*, чер. 1255 (текстъ), вколачиваемыхъ концами въ сопрягаемыя части; вѣтви скобъ не должны вбиваться ближе 4-хъ вершковъ отъ оконечностей брусковъ, чтобы онѣ не раскололи брусковъ. Въ стропилахъ болѣе значительныхъ строеній, вмѣсто скобъ употребляютъ *наугольники*, чер. 1286 (текстъ), свинчиваемые болтами; а ноги связываютъ съ затяжкою *хомутами*, чер. 1257, 1280, 1281, 1261—1263, 1301 (текстъ). Кромѣ хомутовъ употребляютъ еще *узды*, съ цѣлью передать затяжкѣ распоръ, производимый стропилами на такомъ разстояніи отъ

ея конца, чтобы сопротивленіе откалыванію укрѣпляемой части затяжки не было менѣе сопротивленія растягиванію самой затяжки. Для подвѣса затяжекъ къ бабкамъ употребляются *хомуты*, чер. 1280 и 1281 (текстъ). Ихъ прикрѣпляютъ къ бабкамъ посредствомъ болтовъ или клиньевъ, которые вставлены въ отверстіе, сдѣланное въ бабкѣ на разстояніи отъ ея нижняго конца не меньше 8 вершковъ. При вколачиваніи клиньевъ хомутъ выгибаетъ затяжку вверхъ; отъ этого она дѣлается короче и приводитъ всю ферму въ напряженіе. Когда стропильные бруски усохнутъ и сопряженія ихъ ослабѣютъ, тогда, заколачивая клинья, можно опять привести ферму въ первоначальное напряженіе. Если потолокъ настланъ на затяжкахъ, подвѣшенныхъ къ бабкамъ, то надобно принять мѣры, чтобы при ослабленіи фермъ клинья не выпали и затяжки не потеряли необходимыхъ для нихъ подпоръ; для этого хомуты прикрѣпляютъ къ затяжкамъ, кромѣ клиньевъ еще запасными пробоями *z*, чер. 1261—1263 (текстъ). При стропилахъ большихъ размѣровъ, въ стыкахъ брусьевъ, нажимающихъ торцами одинъ на другой, надобно прокладывать свинцовые листы, которые препятствуютъ проникашю фибръ одного бруса въ другой. Для этой-же цѣли въ стропилахъ московскаго экзерциргауза употреблены чугунные наголовники, чер. 1197—1198 (атласъ).

Сопряженія деревянныхъ стропильныхъ ногъ съ желѣзными затяжками, струнами и болтами, а также съ чугунными столбиками или подкосами показаны въ подробности на чер. 1267 — 1273, 1293 и 1294 (текстъ) и 1220 — 1236 (атласъ).

§ 117. **Стропила металлическія.** Стропила металлическія, собственно желѣзныя, представляютъ ту выгоду противу деревянныхъ, что, допуская большое разнообразіе въ конструкціи, значительные пролеты позволяютъ придавать всѣмъ частямъ почти одинаковую прочность, не прибѣгая къ излишку въ размѣрахъ въ виду какихъ либо удобствъ въ соединеніяхъ; причемъ только съ увеличеніемъ пролета приходится увеличивать число подпорокъ для желѣзныхъ стропильныхъ ногъ, какъ страдающихъ отъ изгиба, при малой высотѣ своей, если не придавать имъ, что и дѣлается иногда,

обычнаго сѣченія двутавровыхъ балокъ или разгружать ноги передачею нагрузки отъ обрѣшетки, непосредственно, на узловыя точки ноги.

Наиболѣе примѣняемыя системы металлическихъ стропилъ могутъ быть подраздѣлены на слѣдующія:

a) 1. *Растяжная система* французская и бельгійская (Polonceau), чер. 1304, 1312, 1314 и 1320 (атласъ). Стропильныя ноги подпираются подкосами, перпендикулярными къ нимъ и подвѣшенными помощью струнъ; ноги связываются между собою затяжкою.

Ноги и подкосы сжимаются, струны и затяжки вытягиваются.

При болѣе высокихъ крышахъ затяжку приподнимаютъ, чер. 1314 (атласъ) и во избѣжаніе подвѣснаго прута соединяютъ затяжкою верхнія точки, чер. 1305 (атласъ) На чертежѣ представлена простѣйшая форма растяжной системы, состоящая изъ двухъ ногъ затяжки и подвѣснаго прута, поддерживающаго затяжку.

На чер. 1304 (атласъ) ферма состоитъ изъ 2-хъ стропильныхъ ногъ съ затяжкою, 2-мя струнами и 2-мя подкосами. Нога съ подкосомъ и двумя струнами образуетъ такъ называемый шпренгель.

При большихъ пролетахъ, число подпорокъ или подкосовъ увеличивается, чер. 1314 (атласъ).

b) 2. *Висячая или подвѣсная англійская система* образуется изъ 2-хъ ногъ, подпертыхъ наклонными подпорками, упирающимися въ вертикальныя струны и затяжку. Въ простѣйшемъ видѣ подвѣсная система представлена на чер. 1306 (атласъ). Она образована изъ двухъ ногъ, затяжки, двухъ подпорокъ и струны. Отъ приподнятія затяжки усиліе въ ней возрастаетъ, но за то сжатыя подпорки становятся короче. Уголъ поднятія дѣлается не болѣе 10°, чер. 1307 (атласъ).

Подвѣсная англійская система примѣняется для всякой величины пролетовъ, причемъ измѣняется только число подпорокъ и струнъ.

На чер. 1317 (атласъ) представлена подвѣсная англійская система при большихъ пролетахъ. Нога дѣлится подпорками

на части отъ 7 до 10 футъ, фермы-же располагаются въ разстоянiи отъ 7 до 12 футъ. Въ этой системѣ, сжатыя подпорки длиннѣе, чѣмъ въ системѣ Polonceau.

c) 3. *Висячая* или *подвѣсная американская система*, чер. 1318 (атласъ), съ вертикальными подпорками, упирающимися въ наклонныя струны и затяжку. Эта система примѣняется рѣже предъидущихъ. Въ этой системѣ, также, какъ и въ англiйской, сжимающiя усилiя въ подпоркахъ и растягивающiя въ струнахъ возрастаютъ отъ опоры къ срединѣ пролета; въ ногѣ-же и затяжкѣ обратно сжатiе и соотвѣтственно растяженiе получаются наибольшiя въ крайнихъ панеляхъ, въ слѣдующихъ-же постепенно уменьшаются.

d) 4. *Подвѣсная нѣмецкая система* съ подпорками, перпендикулярными къ ногѣ и наклонными струнами, чер. 1308, 1313 (атласъ). Иногда затяжки вмѣсто приподнятiя опускаются ниже горизонтальной плоскости опорныхъ точекъ фермъ, чѣмъ при весьма малыхъ подъемахъ стропилъ достигается большая высота фермы; при этомъ натяженiе висячаго прута возрастаетъ; соединяя крайнiя точки затяжкою, можно обойтись безъ прута, чер. 1305, 1310 (атласъ).

e) 5. *Параболическiя фермы*. Фермы съ верхнимъ поясомъ, очерченнымъ по параболѣ и нижнимъ прямолинейнымъ, чер. 1328 (атласъ), обладаютъ тѣмъ свойствомъ, что при полномъ нагруженiи пролета, соотвѣтствующимъ проявленiю наибольшихъ дѣйствующихъ моментовъ, горизонтальная составляющая верхняго пояса, а также натяженiе затяжки постоянны по всему пролету и равны между собою. Это обстоятельство позволяетъ устраивать пояса съ сѣченiемъ почти постояннымъ на протяженiи всего пролета и въ то-же время уменьшаются усилiя въ частяхъ стѣнки.

б) *Серповидныя фермы*, составленныя изъ 2-хъ поясовъ, въ видѣ дугъ, выпуклостью обращенныхъ вверхъ и взаимно связанныхъ рѣшеткою изъ распорокъ и дiагоналей; узлы верхняго пояса служатъ для принятiя нагрузки отъ вѣса кровли, снѣга и проч.; собственный вѣсъ фермъ также можно считать сосредоточеннымъ въ верхнихъ узлахъ, хотя, примѣрно, $1/3$ его дѣйствуетъ въ нижнихъ узлахъ. Для очер-

танія поясовъ можно брать кривую произвольнаго вида, но цѣлесообразнѣе всего примѣнять для обоихъ поясовъ параболу, имѣя въ виду особыя свойства параболическихъ фермъ.

Серповидныя фермы стропилъ весьма часто примѣняются для перекрытія путевыхъ дворовъ, большихъ залъ на пассажирскихъ станціяхъ желѣзныхъ дорогъ, чер. 1321—1333 (атласъ), на зданіяхъ заводскихъ и проч.

7) *Навѣсныя стропила* съ подвѣсной струной, чер. 1360 (атласъ), и безъ струны, чер. 1356 (атласъ), примѣняются для крышъ пассажирскихъ платформъ.

Стропильныя фермы изъ чугуна. Въ случаѣ устройства стропильныхъ связей изъ чугуна, самая лучшая система будетъ кружальная, потому что въ ней всѣ главныя части подвержены сжатію. Стропила этого рода обыкновенно открытыя и представляютъ весьма красивое покрытіе для внутренности зданій.

На чер. 1382 (атласъ) представленъ примѣръ такихъ стропилъ, устроенныхъ надъ рынкомъ въ городѣ Ліонѣ. Чугунъ примѣняется, кромѣ мелкихъ частей, каковы: подушки, наголовники и проч., также для наклонныхъ стоекъ при металлическихъ пирамидальныхъ стропилахъ колоколенъ и проч., чер. 1339 (атласъ).

f) *Стропила металлическія для пирамидальныхъ и купольныхъ крышъ.* Конструкція металлическихъ стропилъ для пирамидальныхъ и купольныхъ крышъ показаны на чер. 1372 и 1385—1387 (атласъ), а детали сопряженій частей ихъ на чер. 1327, 1373, 1383 и 1386 (атласъ). Металлическія стропила съ шалнирами въ пятахъ и въ вершинѣ показаны на чер. 1388—1396 (атласъ), стропила надъ путевымъ дворомъ на желѣзно-дорожной станціи въ Берлинѣ, чер. 1348—1349 (атласъ), детали къ тому-же чертежу, чер. 1346, 1347, 1355 (атласъ).

На чертежахъ 1388—1396 (атласъ) показана конструкція стропилъ шалнирной системы, примѣненная для покрытія зданій всемірной выставки въ Парижѣ.

На чер. 1350 и 1353 (атласъ) показаны примѣры устройства металлическихъ стропилъ для крышъ односкатныхъ,

подпираемыхъ стѣнами зданій, а на чер. 1362 и 1363 (атласъ) для крышъ односкатыхъ пассажирскихъ платформъ, подъѣздовъ и проч., подпираемыхъ съ одной стороны колоннами.

Металлическія стропила, навѣсныя, безъ струны показаны на чер. 1356 (атласъ), а со струною—на чер. 1360 (атласъ). На чертежахъ 1243—1254 и 1397—1424 (атласъ) показано детально устройство сопряженій частей металлическихъ стропилъ различныхъ системъ между собою.

§ 118. Практическія данныя для разсчета стропильныхъ фермъ.

a) *Силы, дѣйствующія на фермы*, дѣлятся на *постоянныя* и *временныя;* къ первымъ относятся: *вѣсъ кровли, обрѣшетки и самой фермы;* послѣднія происходятъ отъ *напора вѣтра* и *тяжести снѣга*, который можетъ лежать на кровлѣ.

Вѣсъ квадратной сажени кровли *желѣзной* или *цинковой*, включая фальцы, клямеры и гвозди . отъ 2 до 3 пуд.

Черепичной и *шиферной*	„	10	„	16	„
Тесовой	„	—	„	6	„
Бумажной и толевой	„	$1\frac{1}{2}$	„	$1\frac{1}{4}$	„

Рѣшетины обрѣшетки размѣщаются параллельно коню кровли на взаимномъ разстояніи 6-ти вершковъ; и потому вѣсъ обрѣшетки на квадр. сажень кровли выходитъ: *деревянной* изъ $2\frac{1}{2}$ дюйм. рѣшетинъ—$2\frac{1}{2}$ пуд., а *желѣзной:* изъ угловаго желѣза съ полками шириною въ $1\frac{1}{2}$ до $1\frac{3}{4}$ дюйм. и толщиною въ $\frac{1}{4}$ до $\frac{5}{16}$ дюйм. въ $\frac{1}{2}$ пуда.

При обыкновенныхъ размѣрахъ брусьевъ деревянныхъ стропильныхъ фермъ, т. е. при толщинѣ ихъ въ 5 вершковъ, вѣсъ погонной сажени бруса выходитъ около 4 пудовъ; и потому вѣсъ фермы, смотря по конструкціи, на пог. сажень ноги, выходитъ въ 4 до 16 пудовъ, среднимъ числомъ въ 12 пудовъ, если стропила не наслонныя.

Вѣсъ желѣзныхъ стропильныхъ фермъ на пог. саж. ноги выходитъ въ 6 до 8 пуд. Вѣсъ соединеній можно принять въ 5% вѣса фермы, отвѣчающаго разсчитаннымъ ея поперечнымъ сѣченіямъ и геометрической длинѣ связей.

Слой снѣга, лежащій на пологихъ крышахъ, не бываетъ толще 1 арш. и потому давленіе его на квадр. сажень кровли

выходитъ около 28 пуд.; на крутыхъ крышахъ, составляющихъ съ горизонтомъ уголъ, большій 45°, снѣгъ держаться не можетъ.

Напоръ вѣтра измѣняется съ его скоростью и можетъ доходить до 50 пуд. на квадр. саж. плоскости, перпендикулярной къ его направленію, но какъ направленіе вѣтра составляетъ съ горизонтомъ уголъ отъ 10° до 15°, то составляющія давленія вѣтра на квадр. саж.

перпендикулярная къ кровлѣ = по 50 Sin (L + 10°) пудъ;

вертикальная $\begin{cases} = \text{до } 50\ (\text{tg}\alpha \cos. 10° + \text{Sin } 10°) \text{ пудъ;} \\ = \text{до } 50 \left(\frac{f}{c} + \frac{1}{6}\right) \text{ пудъ, почти,} \end{cases}$

если L уголъ наклоненія кровли къ горизонту, c — полупролетъ и f — подъемъ кровли.

По *Паукеру*, для разсчета можно принять, что стропильныя фермы, размѣщенныя на взаимномъ разстояніи 1 саж. на погонную сажень ноги нагружены равномѣрно распредѣленнымъ грузомъ, при пологихъ крышахъ вертикально дѣйствующимъ въ 45 пудовъ, а при крутыхъ крышахъ вертикально дѣйствующимъ въ 16 пудовъ и дѣйствующимъ перпендикулярно къ ногѣ въ 40 пудовъ.

По *Вейсбаху* можно принимать:

Вѣсъ квадратной сажени кровли съ обрѣшеткою:

черепичной	27	до	35 пуд.
шиферной	20	„	— „
мѣдной, цинковой и желѣзной .	$5^1/_2$	„	8 „

Вѣсъ на квад. сажень горизонтальной проекціи кровли.

Фермъ легкихъ желѣзныхъ . .	4	—	$5^1/_2$ пуд.
„ деревянныхъ	$5^1/_2$	—	$13^1/_2$ „
Наибольшаго слоя снѣга . . .			27 „

Наибольшее давленіе вѣтра (по вертикальному направленію) = до 54 Sin 2 α пуд.

Подъемъ желѣзныхъ и цинковыхъ кровель бываетъ въ $^1/_6$ до $^1/_5$ пролета. Подъемъ крышъ городскихъ строеній, по закону, не долженъ быть болѣе $^2/_7$ пролета.

Въ нижеозначенныхъ выводахъ приняты слѣдующія обозначенія:

для деревянныхъ стропилъ.

c — полупролетъ фермы или кровли.

f — подъемъ „ „ „

a — уголъ наклоненія кровли къ горизонту.

$\iota = \frac{c}{f} = \cot g\alpha =$ отношеніе полупролета къ подъему.

$l = \sqrt{c^2 + f^2} =$ длина стропильной ноги.

$A = ab =$ площадь поперечнаго сѣченія, обыкновенно прямоугольнаго, стропильной ноги.

$W = \frac{1}{6}ab^2 =$ моментъ сопротивленія поперечнаго сѣченія A.

$p =$ равномѣрная нагрузка на погонную единицу стропильной ноги.

$P = pl =$ вертикальная нагрузка, приходящаяся на свою ногу.

Q и $V =$ горизонтальныя и вертикальныя давленія связей фермы; буквенные значки при нихъ означаютъ точки фермы, къ которымъ онѣ относятся.

$L =$ продольное давленіе стропильной ноги.

$T =$ продольная натянутость затяжки.

$D =$ продольное давленіе подкоса (иногда ригеля).

$C =$ продольныя напряженія вертикальныхъ связей фермы.

$M =$ моментъ внѣшнихъ изгибающихъ силъ, дѣйствующихъ на стропильную ногу.

$R =$ прочное сопротивленіе матеріала излому.

Если стропильная нога, подпертыми ея точками, дѣлится на части, то отвѣчающія каждой такой части значенія l, A, W, L, M отмѣчаются значками ($'$), ($''$), ($'''$)....., смотря потому, будетъ-ли она 1-ю, 2-ю, 3-ю....., считая отъ конька.

Для желѣзныхъ стропилъ полонихъ, кромѣ того:

h_0 — разстояніе CH горизонтальной затяжки до коня C, для системъ растяжной и американской и длина CH — средняго болта для англійской системы.

f_0 — высота BA' точки пересѣченія продолженныхъ направленій крайнихъ связей затяжки надъ опорною линіей AA фермы.

$\mu = \frac{f}{h_0} =$ отношеніе подъема коня f къ длинѣ h_0 средняго болта для англійской системы.

$\mu = \frac{f_1}{f - f_0} =$ отношеніе подъема коня $BC = f$ къ разстоянію $CA' = (f - f_0)$, пересѣченія A' направленій связей затяжки отъ коня C фермы для системъ растяжной и американской.

$\psi = \frac{f_0}{f} =$ отношеніе подъема $BA' = f_0$ точки A' пересѣченія направленій крайнихъ связей затяжки къ подъему f коня фермы.

$n =$ число панелей фермы, или число связей, на которое подраздѣляется стропильная нога подпертыми ея точками.

hz — длина лѣвой вертикальной связи z-ой панели.

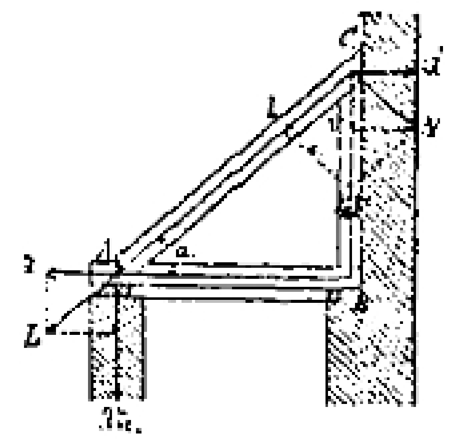
dz — длина діагональной связи z-ой панели.

Счетъ нумеровъ z панелей, или связей фермы ведется отъ коня къ опорамъ; для средняго болта или коня $z = 0$.

b) *Деревянныя стропила.*

Наслонныя односкатныя.

Если конекъ C стропильной ноги опирается на стойку BC, чер. 1320 (текстъ), опорная плоскость C которой наклонена къ горизонту одинаково съ ногою, т. е. подъ угломъ α, то давленіе:



Чер. 1320.

Нормальное на плоскость C стойки

$$N = \frac{1}{2} P . \, Cos\alpha$$

продольное по оси ноги CA

$$L = \frac{1}{2} P . \, Sin\alpha$$

горизонтальное на стойку CB и въ концѣ A ноги на опорную стѣну.

$$Q = N . \, Sin\alpha = \frac{1}{4} P \; Sin2\alpha$$

вертикальное по оси BC стойки

$$Vc = N . \, Cos\alpha = \frac{1}{2} P . \, Cos^2\alpha$$

вертикальное въ концѣ A ноги

$$Va = P - Vc = P \left(1 - \frac{1}{2} cos^2\alpha\right).$$

Если ферма имѣетъ затяжку AB, то натянутость послѣдней $T = Q$.

Если опорная плоскость C стойки BC горизонтальна, то $L = N = 0$.

Если вершина C ноги AC упирается въ стѣну, т. е. въ вертикальную плоскость, не опираясь на стойку; то

$$L = \frac{P}{2Sin\alpha}, \; N = 0$$

$$Q = LCos\alpha = \frac{1}{2} P . \, Cotg\alpha$$

или сравнительно съ случаемъ, когда конекъ опирается на стойку BC, горизонтальное давленіе на $\frac{1}{2} P . \, Cotg\alpha \; cos^2\alpha$ болѣе; а потому всегда выгоднѣе опирать ногу на стойку, нежели опирать ее въ стѣну.

Для повѣрки прочности ноги, если M наибольшій дѣйствующій моментъ груза $P = \frac{1}{8} Pl cos\,\alpha = \frac{1}{8} pl^2 cos\alpha$ и l = длинѣ AC ноги.

$$\frac{L}{A} + \frac{M}{W_2} = \frac{L}{A} + \frac{Mv_2}{I} \leqq R \text{ или}$$

сумма сжимающихъ напряженій, отъ дѣйствія продольныхъ и изгибающихъ силъ, не должна превосходить прочнаго сопротивленія R матеріала.

b) *Фермы наслонныя двускатныя.*

Состоятъ изъ стропильныхъ ногъ, привѣшенныхъ къ прогонамъ, лежащимъ на каменныхъ столбахъ, расположенныхъ подъ конькомъ или подъ срединою скатовъ крыши.

Привѣшиваніе ногъ необходимо здѣсь для того, чтобы при отсутствіи затяжки, нижніе концы ногъ не распирали стѣнъ строенія; при этомъ,

сверхъ того, уничтожается сжатіе стропильныхъ ногъ отъ дѣйствія продольныхъ силъ, замѣняясь на вытягиваніе верхнихъ частей ихъ, если ноги подперты подкосами; но вытягиваніе это такъ мало, что не имѣетъ вліянія на прочность; а потому, прочность стропильныхъ ногъ достаточно повѣрять только на дѣйствующій моментъ M.

Если l' длина части ноги между двумя смежными опорами (стѣною и подкосомъ и проч.), то условіе прочности ноги

$$\frac{M'}{W'}=\frac{P'l'\cos\alpha}{8W'}=\frac{pl'^2\cos\alpha}{8W'}=\frac{pl'^2}{8W'}\left(\frac{\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}\right)\leqq R;$$

или для прямоугольнаго сѣченія ноги, когда $A'=a'b'$, $W'={}^1/_6\,a'b'^2$

$$\frac{3}{4}\left(\frac{\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}\right)\frac{pl'^2}{A'b'}\leqq R=32 \text{ пуд. на кв. дюйм.}=100 \text{ пуд. на кв. верш.}$$

Опредѣляя наибольшую длину l' части ноги между опорами въ случаѣ, когда стропила разставлены на взаимномъ разстояніи 1 саж. и сдѣланы изъ 6 вершк. лѣса, а подъемъ крыши составляетъ $^1/_6$ пролета или когда $p={}^{45}/_{48}$ пуда на погон. вершокъ длины ноги $R=100$ пуд. на квад. верш. $A'=17{,}50$ кв. верш., $b'=5$ вер., $\lambda=3$ и $\sqrt{1+\lambda^2}=\sqrt{10}$, получатъ

$$\frac{3\times 3}{4\sqrt{10}}\times\frac{45}{48}\times\frac{l'^2}{17{,}50\times 5}\leqq 100; \text{ откуда}$$

$$max.\ l'=\sqrt{13118}=114 \text{ вер.}=7^1/_8 \text{ арш.}=16^5/_8 \text{ фута.}$$

Эта наибольшая длина верхней части ноги наслонныхъ стропилъ.

Деревянныя висячія стропила.

Состоятъ вообще изъ стропильныхъ ногъ, нижніе концы которыхъ связаны затяжкою; опираются на стѣны строенія только двумя концами.

c) 1. *Ферма изъ стропильныхъ ногъ съ затяжкою.*

Распоръ фермы или натянутость затяжки.

$$T=Q={}^1/_2\,P\,Cotg\alpha={}^1/_2\lambda P=\frac{C}{2f}P.$$

Давленіе вдоль продольной оси ноги у нижняго конца

$$L=P.\,Sin\alpha+T.\,Cos\alpha=\frac{2+\lambda^2}{2\sqrt{1+\lambda^2}}P.$$

Наибольшій дѣйствующій моментъ, образующійся на срединѣ длины ноги

$$M={}^1/_8\,Pl\,Cos\alpha={}^1/_8\,pl^2\,Cos\alpha={}^1/_8\,Pc.$$

Какъ сумма сжатія отъ продольныхъ и поперечныхъ силъ не должна превосходить прочное сопротивленіе матеріала, то условіе прочности ноги

$$\frac{L}{A}+\frac{M}{W}\left(\frac{2+\lambda^2}{2\sqrt{1+\lambda^2}}+\frac{CA}{8W}\right)\frac{P}{A}\angle R;$$

или для прямоугольнаго сѣченія, когда $A=ab$, $W=1/6\,ab^2$

$$\left(\frac{2+\lambda^2}{2\sqrt{1+\lambda^2}}+\frac{3\cdot c}{4\cdot b}\right)\frac{P}{A}\angle R.$$

Отношеніе полупролета C въ толщинѣ b ноги, почти равно 20; и потому для подъема крыши въ $1/8$ пролета. когда $\lambda=3$, при $R=32$ пуда на квадр. дюймъ, условіе прочности ноги

$$16{,}75\frac{P}{A}\angle 32 \text{ пуд. на квадр. дюймъ,}$$

$$\text{или } \frac{P}{A}\angle 2 \text{ пуда на кв. дюймъ} = 6 \text{ пуд. на кв. верш.}$$

Прочность затяжки A', если p' равномѣрно распредѣленный грузъ на единицу ея (собственный грузъ), повѣряется условіемъ

$$\frac{\lambda P}{2A'}+\frac{p'c^2}{2W'}=\frac{\lambda P}{2A'}+\frac{3p'c^2}{A'b'}\angle R=32 \text{ пуда.}$$

На стропила употребляется обыкновенно 6-ти вершковый лѣсъ, изъ котораго можно вытесать брусья, толщиною въ 5 и шириною въ $3^1/_2$ вершка, съ нѣсколько закругленными углами въ вершинномъ концѣ и, слѣдовательно съ сѣченіемъ $A=5\times3{,}50=17{,}50$ вер. квад.; поэтому, при такой толщинѣ брусьевъ, можетъ приходиться на всю ногу грузъ въ $6\times17.50=105$ пуд.; а какъ на погон. сажень ноги приходится до 45 пуд., то длина ноги можетъ доходить до $105/45=2{,}33$ саж. $=16{,}33$ ф. $=$ $=7$ арш., и соотвѣтствующій наибольшій пролетъ равнобедренной фермы съ подъемомъ въ $1/5$, когда $\lambda=2{,}50$ будетъ

$$2C=2l\frac{\lambda}{\sqrt{1+\lambda^2}}=14\times\frac{2{,}50}{\sqrt{7{,}25}}=\frac{35}{2{,}692}=13 \text{ ар.}=4{,}33 \text{ саж.}$$

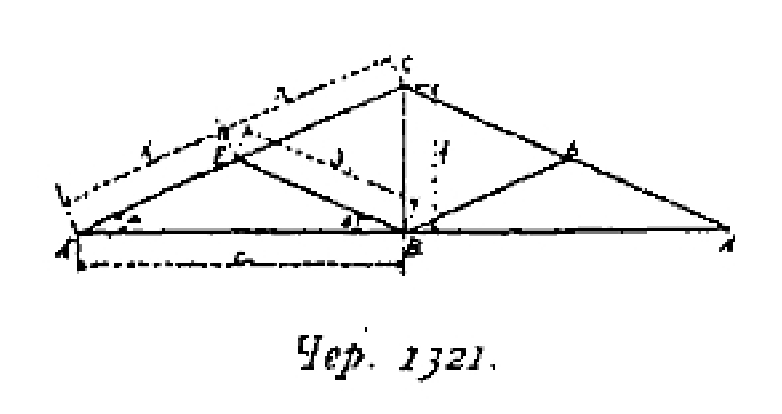
Затяжка должна быть такихъ размѣровъ, чтобы въ нее можно было удобно врубать стропильныя ноги и потому, если ноги дѣлаются изъ 6-ти вершковаго лѣса, то такой же лѣсъ идетъ и на затяжку; а въ такомъ случаѣ, когда $b'=5$ вершк., $A'=17{,}5$ вер. квад., для $\lambda=2{,}50$, наибольшій полупролетъ фермы опредѣлится въ 6,50 ар. $=104$ верш.; какъ далѣе, вѣсъ затяжки на погон. вершокъ $p'=4/48=1/12$ пуда, если вѣсъ погонной сажени ея $=4$ пуда, то на квадр. вершокъ ея сѣченія приходится:

$$\frac{\lambda P}{2A'} = \frac{2,50 \times 105}{2 \times 17,50} = 7,50$$ пуд. отъ продольныхъ силъ и

$$\frac{3p'c^2}{A'b'} = \frac{3 \times {}^1/_{12} \times 104^2}{17,50 \times 5} = 30,90$$ пуд. отъ изгибающихъ силъ;

или все вытягивающее напряженіе $= 7,50 + 30,90 = 38,40$ пуд., т. е. нѣсколько болѣе $^1/_3$ прочнаго сопротивленія дерева $= 100$ пуд. на квадр. вершокъ.

d) 2. *Ферма съ затяжкою, бабкою и подкосами*, чер. 1321 (текстъ).



Чер. 1321.

Пусть $c =$ длинѣ полузатяжки (полупролета)

„ $d =$ „ подкоса

„ $f =$ „ бабки (подъема)

„ $l' =$ „ стропильной ноги, въ верхней части между конькомъ и подкосомъ и

„ $l'' =$ „ стропильной ноги въ нижней ея части, между подкосомъ и нижнимъ ея концомъ,

то продольныя силы, образующіяся въ связяхъ фермъ, будутъ:

Натянутость затяжки AB,

$$T = \frac{c}{f}\left(\frac{l' + 2l'}{l}\right)\frac{P}{2}$$

Давленіе на связь ноги, верхнюю:

$$CE,\ L' = \left(\frac{l' + l''}{f}\right)\frac{P}{2}$$

нижнюю

$$EA,\ L'' = \left(\frac{l'' + 2l'}{f}\right)\frac{P}{2}$$

Давленіе на подкосъ EB.

$$D = \frac{d}{f} \cdot \frac{P}{2}$$

Натянутость бабки CB

$$C = p \cdot l'' = \frac{2 \cdot l''}{f} \cdot \frac{P}{2}$$

Отъ дѣйствія поперечныхъ силъ образуются сжатія на среднихъ сѣченіяхъ связей ноги:

$$\text{верхней} = \frac{pl'^2 Cos\alpha}{8W'_2} = \left(\frac{l'}{l}\right)^2 \cdot \frac{Pc}{8W'_2}$$

$$\text{нижней} = \frac{pl''^2 Cos\alpha}{8W''2} = \left(\frac{l''}{l}\right)^2 \cdot \frac{Pc}{W''_2}$$

и какъ сумма сжатій отъ дѣйствія продольныхъ и поперечныхъ силъ

не должна превосходить прочное сооротивленіе R матеріала, то условіе прочности, для связи ноги:

$$\text{верхней } \left[\frac{l''+l'}{2fA'}+\left(\frac{l'}{l}\right)^2\cdot\frac{c}{8W'_2}\right]P \angle R$$

$$\text{нижней } \left[\frac{l''+2l'}{2fA''}+\left(\frac{l''}{l}\right)^2\cdot\frac{c}{8W''_2}\right]R \angle R.$$

Для повѣрки прочности остальныхъ связей фермы, подверженныхъ дѣйствію однѣхъ продольныхъ силъ, слѣдуетъ имѣть въ виду, что сопротивленіе разрыву и раздробленію не зависитъ отъ длины бруса и почти пропорціонально поперечному его сѣченію; потому, если R = сопротивленію матеріала, то

$$P=AR \text{ или } P+G=AR$$

гдѣ G = коэффиціенту упругости при скручиваніи матеріала, также, иногда, вѣсъ разсматриваемаго тѣла.

b) Если вести разсчетъ по угламъ наклоненія α — стропильной ноги и β — подкоса къ горизонту, то вообще будетъ

$$D=Ve\frac{Cos\alpha}{Sin\ (\alpha+\beta)},\quad C=2Ve\frac{Cos\alpha\ .\ Sin\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)},\quad T=(Vc+Ve)\ Cotg\alpha$$

$$L'=\left(Ve+Ve\frac{Cos\alpha\ .\ Sin\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}\right)\frac{1}{Sin\alpha},\quad L''=\frac{Vc+Ve}{Sin\alpha}$$

Для давленій Vx на подпертыя точки ноги, какъ и выше *(a)*

$$Va=\frac{Pl''}{2l},\quad Ve=\frac{P}{2},\quad Vc=\frac{Pl'}{2l}.$$

Для произвольнаго сѣченія нижней связи ноги, взятаго въ разстояніи x отъ нижняго ея конца A

$$M''x=(P\ Cos\alpha-T\ Sin\alpha)\ x-\frac{P.\ Cos\alpha}{l}\cdot\frac{x^2}{2}$$

$$L''x=P.\ Sin\alpha+T.\ Sos\alpha-\frac{P\ .\ Sin\alpha}{l}\ x.$$

c) Разсматривая стропильную ногу, какъ цѣльный упругій брусъ для случая, когда подпертою подкосомъ точкою E подраздѣляется пополамъ, т. е. когда $Ve={}^5/_8\ P$, и полагая полную нагрузку затяжки, вмѣстѣ съ ея вѣсомъ $=G$, будетъ *(b)*

$$D={}^5/_8\ P\frac{Cos\alpha}{Sin\ (\alpha+\beta)},\quad T=({}^{13}/_{16}\ P+{}^5/_{16}\ G)\ Cotg\alpha$$

$$C={}^5/_8\ G+{}^5/_4\ P\ \frac{Cos\alpha\ .\ Sin\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}={}^5/_4\left[\ G+2P.\ Cos^2\alpha\left(1-\frac{tg\alpha}{tg\ (\alpha+\beta)}\right)\right];$$

или для угла $(\alpha+\beta)$ мало разнящагося отъ 90°, т. е. когда подкосъ почти перпендикуляренъ къ ногѣ

$$C={}^5/_8\ (G+2P\ .\ Cos^2\alpha)$$

Примѣняя формулы (а) къ стропульной фермѣ, ноги которой дѣлятся пополамъ точкою упора подкоса, а съ подъемомъ въ $^1/_6$ пролета, т. е. когда

$$\frac{c}{f} = \lambda = 3, \quad l = l' + l'' = \sqrt{c^2 + f^2} = c\,\frac{\sqrt{1+\lambda^2}}{\lambda} = {}^{19}/_{18}\ c.$$

$$d = l' = l'' = {}^1/_2\ l = {}^{19}/_{36}\ c, \quad f = {}^1/_3\ c, \text{ получаемъ}$$

$$T = \frac{3 \times 3}{2} \times \frac{P}{2} = {}^9/_4\ P, \quad C = {}^1/_2\ P, \quad D = \frac{19 \times 3}{36} \cdot \frac{P}{2} = {}^{19}/_{24}\ P;$$

$$L' = \frac{19 \times 3}{18} \times \frac{P}{2} = {}^{19}/_{12}\ P, \quad L'' = \frac{3 \times 19 \times 3}{2 \times 18} \times \frac{P}{2} = {}^{19}/_8\ P.$$

и для повѣрки прочности связей ноги:

$$\text{верхней } \left(\frac{19}{12} \cdot \frac{1}{A'} + \frac{1}{32} \cdot \frac{c}{W'_2}\right) P \leqq R$$

$$\text{нижней } \left(\frac{19}{18} \cdot \frac{1}{A''} + \frac{1}{32} \cdot \frac{c}{W''_2}\right) P \leqq R.$$

Для фермы, ноги которой сдѣланы изъ 6 вершк. лѣса, можно принять для верхней связи ноги толщину въ 5 вершк. и площадь сѣченія $A' = 5 \times 3^1/_2\ 1 = 7^1/_2$ кв. вершк., такъ что обратная величина момента сопротивленія ея сѣченія $= \frac{1}{W'_2} = \frac{6}{A'h'} = \frac{6}{17^1/_2 \times 5} = 0{,}06857$; какъ нижняя связь ноги можетъ быть сдѣлана толще верхней, то достаточно повѣрить только прочность послѣдней, для которой будетъ,

$$\left(\frac{19}{12 \times 17{,}50} + \frac{0{,}06857}{32}\ c\right) P = (0{,}0905 + 0{,}001243\ c)\ P \leqq 100 \text{ пуд.}$$

При разстояніи между фермами въ 1 саж. приходится на погонный вершокъ ноги $p = {}^{45}/_{48} = {}^{15}/_{16}$ пуда и на всю ногу $P = p.l = {}^{19}/_{18}\ pc = {}^{19}/_{18} \times {}^{15}/_{16}\ c = {}^{95}/_{96}\ c$ пуд. Замѣняя въ послѣднемъ уравненіи P этою его величиною, для полупролета c, получаемъ,

$$c^2 + 42{,}22\ c \leqq 47158; \text{ оттуда,}$$

$$max.\ c = 197 \text{ вер. и } 2\ c = 394 \text{ вер.} = 8.20 \text{ саж.}$$

Поэтому при 6-ти вершковомъ лѣсѣ разсматриваемая ферма можетъ покрывать пролетъ въ 8 саж.; но если нижнюю связь ноги сдѣлать длиннѣе верхней и усилить подмогою, то можно покрыть такою фермою пролетъ до 10 саж.

Наконецъ, какъ на полуферму дѣйствуетъ грузъ $P = {}^{95}/_{96} \times 197 = 195$ пуд., то продольныя силы, образующіяся въ связяхъ фермы, будутъ: $T = {}^9/_4 \times 195 = 439$ пуд., $C = {}^1/_2 \times 195 = 97^1/_2$ пуд., $D = {}^{19}/_{24} \times 195 = 155$ пуд., $L' = {}^{19}/_{12} \times 195 = 308$ пуд., и $L'' = {}^{19}/_8 \times 195 = 463$ пуд.

e) 3) *Ферма съ затяжкою и ригелемъ*, чер. 1322 (текстъ).

a) *Если ригелемъ DD каждая нога дѣлится на двѣ связи*, длиною l' и l'', то будетъ:

Вертикальныя давленія въ точкахъ A, C, D ноги

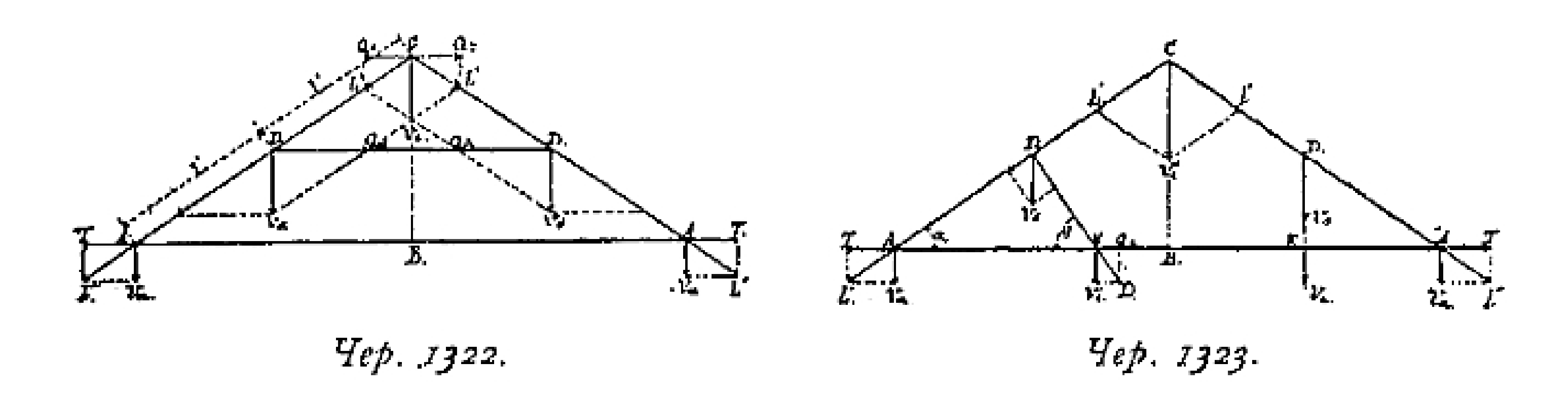
$$Va = \frac{l'}{2l} P,\ Vc = \frac{l'}{2l} P,\ Vd = Va + Vc = {}^1/_2\, P.$$

Горизотальныя давленія, обращающіяся отъ силъ Vc Vd,

$$Qc = Vc\ \ Cotg\alpha = \frac{l'}{2l} P \,.\, Cotg\alpha,\ Qd = Vd\ \ Cotg\alpha = {}^1/_2\, P\, Cotg\alpha;$$

и слѣдовательно, распоръ фермы или натянутость затяжки

$$T = Q = Qc + Qd = \left(1 + \frac{l'}{l}\right)\frac{P}{2} Cotg\alpha = \left(1 + \frac{l'}{l}\right)\frac{c}{2f} \,.\, P.$$



Чер. 1322. Чер. 1323.

Продольныя давленія связей ногъ l' и l'' опредѣляются какъ выше, въ предъидущемъ случаѣ.

Прочность затяжки и связей ногъ повѣряется какъ выше, а ригеля на сжатіе продольною силою Qd.

Если ригель помѣщенъ на срединѣ высоты фермы или $l = l'' = {}^1/_2\, l$, то будетъ,

$$L' = \frac{P}{4 Sin\alpha},\ L'' = {}^3/_4\ \frac{P}{Sin\alpha} = {}^3/_4 \sqrt{1 + \lambda^2}\, P \,.\, Qd = {}^1/_2\, P\, Cotg\alpha = {}^1/_2 \lambda P.$$

$$T = L''\ \ Cos\alpha = {}^3/_4\, P \,.\, Cotg\alpha,\ \ Va = L''\, Sin\alpha = {}^3/_4\, P;$$

или натянутость затяжки въ $1^1/_2$ раза болѣе, нежели безъ ригеля; и потому, съ употребленіемъ ригеля, распоръ фермы увеличивается.

Длина ригеля въ свѣту не должна быть болѣе 16 футъ; высота надъ затяжкою не менѣе 6 футъ.

f) 4. *Ферма съ затяжкою и подкосами*, чер. 1323 (текстъ).

Полагая, для простоты, что изъ груза P, на каждую изъ точекъ A и C приходится по ${}^1/_4\, P$ и на точку D, поддержанную подкосомъ $D\,E$, ${}^1/_2\, P$, и означая черезъ β уголъ наклоненія подкоса къ затяжкѣ будетъ.

Давленіе на связь ноги $\left\{\begin{array}{l} \text{верхнюю, } L' = \dfrac{P}{4 Sin\alpha} \\ \text{нижнюю, } L'' = {}^1/_4\, P \left(\dfrac{1}{Sin\alpha} + \dfrac{2\ Cos\beta}{Sin(\alpha+\beta)}\right) \end{array}\right.$

Давленіе на подкосъ DE,

$$D = {}^1/_2\, P \frac{Cos\alpha}{Sin(\alpha+\beta)}.$$

Составляющія продольнаго давленія D,

$$\text{горизонтальная } Qe = D.\ Cos\beta = {}^1/_2 P.\ \frac{Cos\ .\ \alpha\ .\ Cos\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}$$

$$\text{вертикальная } Ve = D\ .\ Sin\beta = {}^1/_2\, P\ .\ \frac{Cos\ .\ \alpha\ .\ Sin\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}$$

Натянутость затяжки $T = L''\ .\ Cos\alpha = {}^1/_4\, P\ .\ \left(Cotg\alpha + \dfrac{2\ Coe\alpha\ .\ Cos\beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}\right)$

Давленіе на опору A,

$$Va = L''\ .\ Sin\alpha = {}^1/_4\, P \left(1 + \frac{2\ Sin\ .\ \alpha\ Cos\ \beta}{Sin\ (\alpha+\beta)}\right)$$

Для повѣрки разсчета служитъ условіе $Va + Ve + {}^1/_4\, P = P$.

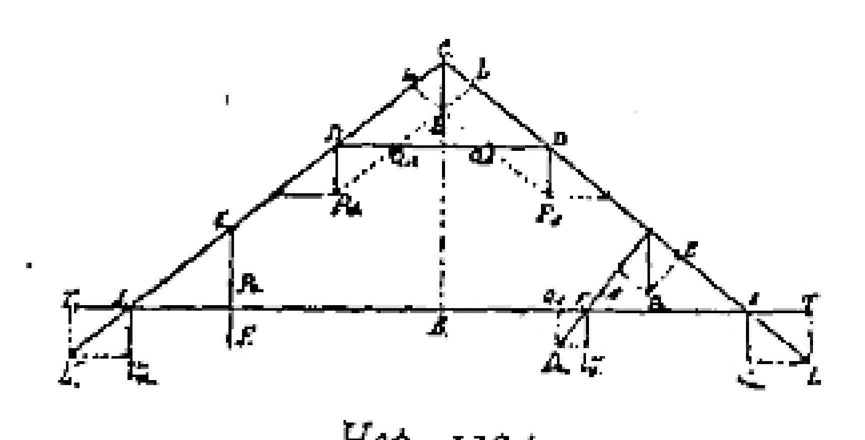
Наименьшее значеніе натянутости T отвѣчаетъ углу $\beta = 90°$, или вертикальному подкосу и когда

$$T = {}^1/_4\, P\ .\ Cotg\alpha,\ Qe = 0,\ Ve = {}^1/_2\ P.$$

$$L'' = L' = \frac{P}{4 Sin\alpha},\ Va = L''\ .\ Sin\alpha = {}^1/_4\, P;$$

или въ этомъ случаѣ натянутость затяжки или распоръ фермы въ 2 раза менѣе, сравнительно съ фермою безъ подкосовъ.

g) 5. *Ферма съ затяжкою, подкосами и ригелемъ*, чер. 1324 (текстъ).



Чер. 1324.

Пусть въ точкахъ A, E, D и C дѣйствуютъ вертикальные грузы Pa, Pe, Pd и Pe, сумма которыхъ равна P; поэтому будетъ,

Продольныя давленія связей.

$$L' = \frac{Pc}{Sin\alpha},\ L'' = \frac{Pc + Pd}{Sin\alpha},\ L''' = L'' + Pe \frac{Cos\beta}{Sin(\alpha+\beta)} = \frac{Pc + Pd}{Sin\alpha} + Pe \frac{Cos\beta}{Sin(\alpha+\beta)}$$

Продольное давленіе ригеля DD,

$$Qd = Pd \,.\, Cotg\alpha.$$

Продольное давленіе подкоса EF,

$$De = Pe \frac{Cos\alpha}{Sin\ (\alpha + \beta)}$$

Натянутость затяжки AA,

$$T = L''' \ Cos\alpha.$$

Вертикальное давленіе па опору A,

$$Va = L'' \ Sin\alpha.$$

На практикѣ можно принимать, что длина каждой изъ крайнихъ связей ноги относится къ средней, какъ 3 : 4; и потому,

$$Pa = Pc = {}^3/_{20}\ P, \text{ и } Pe = Pd = {}^7/_{20}\ P.$$

Если нога, подпертыми ея точками, подраздѣляется на равныя части, то

$$Pa = Pc = {}^1/_6\ P, \text{ и } Pe = Pd = {}^1/_3\ P.$$

Иногда также принимаютъ $\alpha = \beta$.

Въ фермахъ подобнаго рода, затяжка замѣняется часто двумя шпалами и въ такомъ случаѣ, нельзя разсчитывать на то, чтобы шпалы въ состояніи были выдерживать распоръ фермъ, потому-что сопротивленіе шпалъ обусловливается прочнымъ сопротивленіемъ врубки ихъ смятію и сопротивленіемъ скалыванію свободныхъ ихъ концовъ, то въ такой фермѣ ригель замѣняетъ собою затяжку, и если онъ помѣщенъ на разстояніи ho отъ конька, то натянутость ригеля

$$To = \frac{l}{2\ ho} P$$

или возрастаетъ съ высотою его помѣщенія.

Изломъ ноги въ этомъ случаѣ всего скорѣе можетъ произойти въ точкѣ соединенія ея съ ригелемъ, и какъ на нижній конецъ ноги, пренебрегая вліяніемъ подкосовъ, дѣйствуетъ противудѣйствіе опоры $= {}^1/_2\ p\ (l + lo)$, то условіе прочности ноги,

$$\left[\frac{l + lo}{2\,f\,A} = \left(\frac{l + lo}{2l}\right)\frac{l - lo}{l\,W_2}\right] P \leqq R,$$

если A и W_2 относятся къ сѣченію ноги, въ мѣстѣ соединенія ея съ ригелемъ, и lo длина части ноги между конькомъ и ригелемъ.

h) 6. *Ферма подвѣсной системы съ ригелемъ.*

Въ фермѣ, чер. 1325 (текстъ), ноги которой подперты въ двухъ промежуточныхъ точкахъ, ноги AC, бабка CG, ригель DD и подкосы EF,

FG — деревянные, а затяжка *AA* и привѣсныя струны **EH, DF, GB** — желѣзныя.

Если углы наклоненія къ горизонту α — ногъ *AC* и подкосовъ **EF**, и β — подкосовъ **FG**, то будетъ

натянутость струнъ **DF** и бабки **CG**

$$C = {}^2/_3\ P.$$

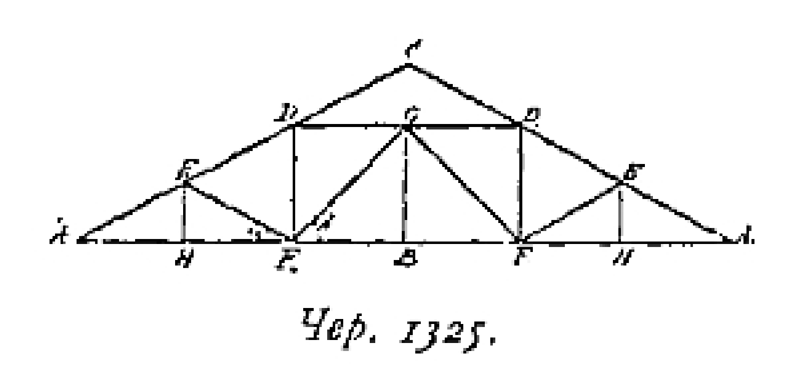
Натянутость затяжки въ { частяхъ *AF*, $T_2 = {}^5/_6\ P\ Cotg\alpha$
части **FF**, $T_1 = ({}^2/_3\ Cotg\alpha + {}^1/_6\ Cotg\beta)\ P$.

Давленія на подкосы,

$$EF,\ D_2 = \frac{P}{6\ Sin\alpha};\ GF,\ D_1 = \frac{P}{6\ Sin\beta}$$

Давленіе на ригель,

$$DD,\ Qd = {}^2/_3\ P.\ Cotg\alpha.$$



Чер. 1325.

§ 119. Общія замѣчанія о размѣрахъ деревянныхъ стропилъ. Для удобнаго соединенія брусьевъ, поперечные размѣры ихъ должны быть по возможности одинаковы. На стропильныя ноги и затяжки, при длинѣ ихъ отъ 4 до 5 саж., употребляются бревна въ $6^1/_2$ и 7 вершк., а при длинѣ въ 3 саж. — въ 5 и 6 вершк. Для полустропилъ, ригелей, подкосовъ, подмогъ, стоекъ и бабокъ употребляются бревна въ $4^1/_2$ до 6 вершк. При ширинѣ строенія не свыше 5 саж. разстояніе между стропилами принимается въ 7 футъ, а при большей ширинѣ въ 6 футъ. При такомъ разстояніи между фермами, для пролетовъ ие свыше $6^1/_2$ саж. при квадратномъ сѣченіи брусьевъ, сторона сѣченія должна быть:

ригелей и затяжекъ, несущихъ потолокъ въ $^1/_{14}$ их длины
„ „ „ „ только свой вѣсъ . . . . „ $^1/_{18}$ „ „
стропильныхъ ногъ . . . . „ $^1/_{18}$ „ „

бабокъ — сѣченіе стропильныхъ ногъ, подкосовъ, подмогъ,

нарожниковъ и стоекъ — нѣсколькими полудюймами менѣе нежели ногъ.

Коньковаго прогона и прогоновъ, поддерживающихъ накатины, въ случаѣ употребленія послѣднихъ, въ $^1/_{18}$ или $^1/_{16}$ разстоянія между фермами, смотря по меньшей или большей тяжести кровли.

Мауэрлатовъ — 6 вершковъ въ сторонѣ.

При устройствѣ стропильныхъ фермъ обращается особенное вниманіе на соединенія связей, которыя, не смотря на прочность цѣлыхъ связей, могутъ быть иногда причиною обрушенія фермъ. Такъ, нижніе концы ногъ должны быть врублены въ затяжку скошеннымъ торцомъ, а не однимъ только шипомъ и стянуты съ затяжкою хомутами и, всего дѣйствительнѣе, уздами. Въ конькѣ ноги связываются въ проушину, а при бабкѣ, упираются въ нее торцомъ, съ самыми небольшими шипами (служащими только для предупрежденія отклоненія ногъ изъ плоскости фермы), связывая ноги съ бабкою желѣзными скобами о 2-хъ или 3-хъ лапахъ. Слабѣйшее-же мѣсто висячей стропильной фермы, которой затяжка состоитъ изъ двухъ брусьевъ, связанныхъ взаимно подъ бабкою, находится въ этомъ соединеніи. Такъ, если затяжка вытесана изъ 6 вершк. лѣса, съ поперечнымъ сѣченіемъ въ $7^1/_2$ квад. верш.$=$53,60 кв. дюйм., то прочное сопротивленіе разрыву цѣльной ея части$=53,60\times35=1876$ пуд.; и какъ соединеніе зубомъ въ 7 до 9 разъ слабѣе цѣльнаго бруса, то прочное сопротивленіе составной затяжки будетъ только въ 208 до 268 пуд., т. е. почти вдвое менѣе, сравнительно съ необходимымъ при пролетѣ въ 8 саж., когда вытягиваніе затяжки можетъ доходить до 440 пудовъ. Поэтому, части затяжки необходимо соединять шпонками и болтами; а при большихъ пролетахъ, всего безопаснѣе ихъ дѣлать желѣзными. Сѣченіе такой затяжки берется круглое или прямоугольное, ширина котораго въ 5 разъ менѣе высоты; прочное сопротивленіе R допускается 320 до 400 пудовъ.

§ 120. Желѣзныя стропила растяжной системы. Стропильныя ноги подперты перпендикулярными къ нимъ подкосами, подвѣшенными струнами.

1. *Геометрическіе элементы*, чер. 1326.

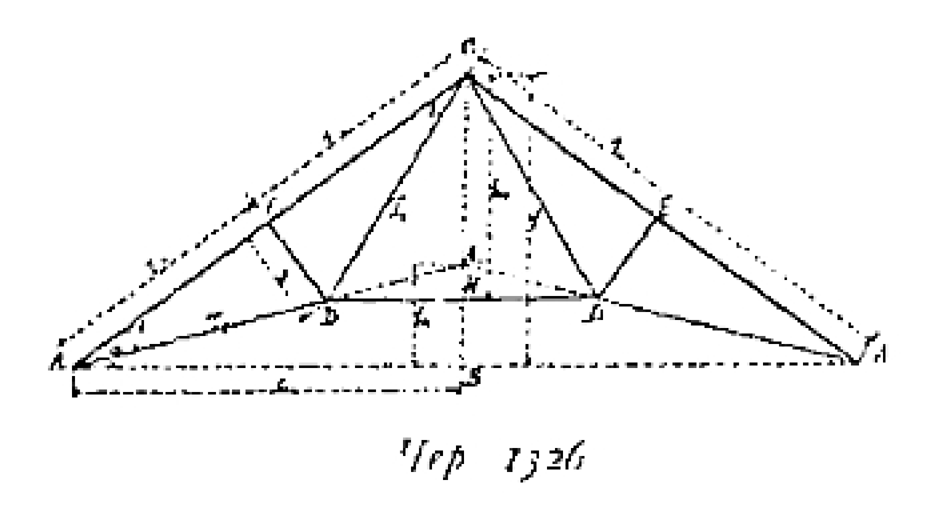
a) Если β и γ углы наклоненія струнъ AD и DC къ стропильной ногѣ и нога дѣлится подкосомъ въ точкѣ E на двѣ неравныя части $CE = l_1$ и $EA = l_2$, то будетъ

Разстояніе CH затяжки DD до конца C,

$$h_0 = \frac{l_1}{Cos\gamma} \cdot Sin\,(\alpha + \gamma) = \frac{l_1}{Cos\alpha}(tg\alpha + tg\gamma) = l_1\ (tg\alpha = tg\gamma)\sqrt{1 + tg^2\alpha.}$$

Длина затяжки $DD = 2DH$.

$$t = \frac{2l_1}{Cos\gamma}\,Cos\,(\alpha + \gamma)\,\frac{2l_1}{Cos\alpha}\,(1 - tg\alpha tg\gamma) = 2l_1\ (1 - tg\alpha tg\gamma)\sqrt{1 + tg^2\alpha.}$$



Чер. 1326

Длина струны

$$CD = \frac{l_1}{Cos\gamma} \text{ и } AD = \frac{l_2}{Cos\beta}$$

Длина подкоса

$$ED = l_1 tg\gamma = l_2 tg\beta.$$

b) Если стропильная нога AC, подкосомъ ED, въ точкѣ E дѣлится пополамъ, или когда $l_1 = l_2 = \frac{1}{2}l$ и $\beta = \gamma$, то

$$h_0 = \tfrac{1}{2}\,c\,(tg\alpha + tg\beta)\,(1 + tg^2\alpha),\ tg\beta = \frac{2h_0}{c\,(1 + tg^2\alpha)}\,tg\alpha$$

$$AD = CD = tx = \frac{l}{2Cos\beta} = \tfrac{1}{2}\,c\sqrt{1 + tg^2\beta.}\sqrt{1 + tg^2\alpha.}$$

$$ED = d = \tfrac{1}{2}l\,.\,tg\beta = \tfrac{1}{2}\,c\,.\,tg\beta\sqrt{1 + tg^2\alpha},\ DD = C(1 - tg\alpha.tg\beta)\,(1 + tg^2\alpha).$$

c) Для трехъ-подкосной системы длина каждаго изъ боковыхъ подкосовъ $d_0 = \frac{1}{2}\,d$, и длина каждой изъ струнъ $= \frac{1}{2}\,tx$.

2. *Одноподкосная система.*

a) При подраздѣленіи ноги на неровныя связи l_1 и l_2 будетъ:

Давленіе на подкосъ $ED = D$.

Натянутость затяжки.

$$DD,\ T = \frac{c}{2h_0}\,P = \frac{P}{2}\cdot\frac{l\,.\,Cos\alpha\,.\,Cos\gamma}{l_1 Sin\,(\alpha + \gamma)} = \frac{l}{l_1}\cdot\frac{P}{2(tg\alpha + tg\gamma)}$$

$$\text{струны } CD,\ T_1 = \frac{T.\ Sin\ (\alpha - \beta) + D.\ Cos\beta}{Sin\ (\beta + \gamma)}$$

$$\text{струны } AD = T_2 = \frac{T.\ Sin\ (\alpha + \gamma) + D.\ Cos\gamma}{Sin\ (\beta + \gamma)}$$

Для произвольнаго сѣченія верхней связи ноги, взятаго въ разстояніи x, отъ конца ея c, продольное давленіе dx и дѣйствующій моментъ Mx.

$$Lx = T.\ Cos + T_1\ Cos\gamma + \frac{Px}{l}.\ Sin\alpha$$

$$Mx = (T.\ Sin\alpha - T_1 Sin\gamma)\ x - \frac{P Cos\alpha}{l}.\ \frac{x^2}{2}.$$

Для произвольнаго сѣченія нижней связи ноги, взятаго на разстояніи x отъ конца ея A

$$Lx = T_2\,.\ Cos\beta + \left(1 - \frac{x}{l}\right) P.\ Sin\alpha.$$

$$Mx = (P.\ Cos\alpha - T_2 Sin\gamma)\ x - \frac{P.\ Cos\alpha}{l}\ \frac{x^2}{2}$$

b) Принимая вертикальное давленіе на подкосъ $= {}^1/_2\ P$, получимъ

$$D = {}^1/_2\ P.\ Cos\alpha,\ T_2 = \frac{P}{2}\left(\frac{l_2 + 2l_1}{l_1}\right)\frac{Cos\alpha.\ Cos\gamma}{Sin\ (\beta + \gamma)}$$

$$T_1 = \frac{P}{2}\,\frac{l}{l_1}\left(\frac{Cos\gamma\,.\ Sin\ (\alpha - \beta)}{Cos\beta\,.\ Sin\ (\alpha + \gamma)} + 1\right)\frac{Cos\alpha.\ Cos\beta}{Sin\ (\beta + \gamma)}$$

Для среднихъ сѣченій, каждой изъ связей ноги

$$L_1 = \frac{P}{2}\left[\frac{(l_2 + 2l_1)}{l}\ \frac{Cos\ (\alpha - \beta)}{Sin\beta} - Sin\alpha\right],$$

$$M_1 = \frac{Pl_1^2\,.\ Cos\alpha}{8l}$$

$$L_2 = \frac{P}{2}\left(\frac{l_2 + 2l_1}{l}\right)\frac{Cos\ (\alpha - \beta)}{Sin\beta},\ M_2 = \frac{Pl_2^2\ Cos\alpha}{8l}$$

c) Для обыкновеннаго случая, когда нога дѣлится подкосомъ пополамъ, т. е. когда $l_1 = l_2 = {}^1/_2\, l$ и $\beta = \gamma$, будетъ

$$T = P\,\frac{Cos\alpha\,.\ Cos\beta}{Sin\ (\alpha + \beta)} = \frac{P}{tg\alpha + tg\beta},\ D = {}^1/_2\, P.\ Cos\alpha$$

$$T_1 = \frac{T_2}{3}\left(2\,\frac{Sin\ (\alpha - \beta)}{Sin\ (\alpha + \beta)} + 1\right),\ T_1 = {}^3/_4\ P.\ \frac{Cos\alpha}{Sin\beta}$$

$$M_1 = M_2 = {}^1/_{32}\,.\ Pl.\ Cos\alpha = {}^1/_{32}\ Pc$$

$$L_1 = L_2 - {}^1/_2\ P.\ Sin\alpha,\ L_2 = {}^3/_4\ P\,\frac{Cos\ (\alpha - \beta)}{Sin\beta}.$$

Если, сверхъ того, $\alpha = \beta$, т. е. струны AD составляютъ продолженіе горизонтальной затяжки DD, то

$$T = {}^1/_2\ P.\ Cotg\alpha = {}^1/_{27}\ P,\ T_1 = {}^1/_2\ T,\ T_2 = {}^3/_2\ T$$

$$M_1 = M_2 = {}^1/_{82}\ P.\ C,\ L_1 = L_2 - {}^1/_2\ P.Sin\alpha,\ L_2 = {}^3/_4\ \frac{P}{Sin\alpha}.$$

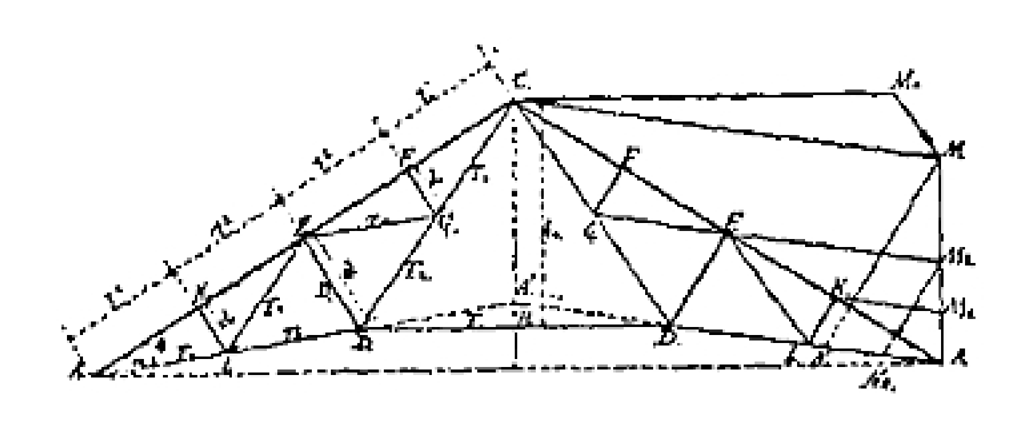
d) Для случая (c), разсматривая ногу, какъ цѣльный упругій брусъ, т. е. принимая вертикальное давленіе на подкосъ $= {}^5/_8\ P$, будетъ

$$D = {}^5/_8\ P.\ Cos\alpha,\ T_2 = {}^{13}/_{16}\ P\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}$$

$$T_1 = T\frac{Sin\alpha}{Sin\beta} - {}^5/_{16}.P.\frac{Cos\alpha}{Sin\beta} = \frac{P}{2\,Sin\beta}\left(\frac{c}{h_0}\,Sin\alpha - {}^3/_8\ Cos\alpha\right).$$

Натянутость затяжки опредѣлится по (a или c).

3. *Трехъ-подкосная система,* черт. 1327 (текстъ).



Чер. 1327.

a) Для обыкновеннаго случая, когда стропильная нога подпертыми точками подраздѣляется на 4 равныя связи, будетъ

Давленіе на средній подкосъ ED

$$D = {}^1/_2\ P.\ Cos\alpha.$$

Давленіе на каждый изъ боковыхъ подкосовъ FG и KL

$$D_0 = {}^1/_2\,D = {}^1/_4\,P.\ Cos\alpha.$$

Натянутость струнъ EG и LL

$$T_0 = {}^1/_8\,P\,\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}.$$

Струны CG

$$T_1 = T_0 + T_2 = {}^1/_2\,P\left({}^3/_4 + \frac{Sin\ (\alpha-\beta)}{Sin\ (\alpha+\beta)}\,\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}\right).$$

Струны DG

$$T_2 = {}^1/_2\ P\left({}^1/_2 + \frac{Sin\ (\alpha-\beta)\ \ Cos\alpha}{Sin\ (\alpha+\beta)\ \ Sin\beta}\right).$$

Струны DL

$$T_3 = {}^3/_4\ P\,\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}.$$

Струны AL

$$T_4 = T_0 + T_3 = {}^7/_8\, P \frac{Cos\alpha}{Sin\beta}$$

Затяжки DD

$$T = P \frac{Cos\alpha \,.\, Cos\beta}{Sin\,(\alpha+\beta)} = \frac{P}{tg\alpha + tg\beta}$$

Продольное давленіе z-ой связи ноги, считая нумера z отъ коня

$$Lz = {}^1/_8\, P \left(7 \frac{Cos\,(\alpha-\beta)}{Sin\beta} - (8 - 2z)\, Sin\alpha\right)$$

Условіе прочности для нижней связи ноги, когда $z = 4$

$$\left(\frac{7\; Cos\,(\alpha-\beta)}{Sin\beta} + \frac{c}{4\,W_4}\right)\frac{P}{8} \leqq R.$$

b) Если струны AD составляютъ продолженіе горизонтальной затяжки DD, т. е. $\alpha = \beta$, то

$$D = {}^1/_2\, P\,.\,Cos\alpha,\; D_0 = {}^1/_2\, D,\; T_0 = {}^1/_8\, P\,.\,Cotg\alpha,\; T = {}^1/_2\, P\,.\,Cotg\alpha.$$

$$T_1 = {}^3/_8\, P\,.\,Cotg\alpha,\; T_2 = {}^1/_4\, P\,.\,Cotg\alpha,\; T_3 = {}^3/_4\, P\,.\,Cotg\alpha,\; T_4 = {}^7/_8\, P\,.\,Cotg\alpha.$$

$$Lz = {}^1/_8\, P\,.\,Sin\alpha\,(2z - 1 + 7\; Cotg^2\alpha) = \frac{Pf}{8l}\,(2z - 1 + 7\lambda^2).$$

Или натянутости струнъ, выраженныя въ зависимости натянутости затяжки

$$T = {}^1/_2\, P\,.\,Cotg\alpha = {}^1/_2\, \lambda P, \text{ будутъ}$$

$$T_0 = {}^1/_4\, T,\; T_1 = {}^3/_4\, T,\; T_2 = {}^1/_2\, T,\; T_3 = {}^3/_2\, T,\; T_4 = {}^7/_4\, T$$

c) Если въ общемъ случаѣ (a) разсматривать ногу, какъ цѣльный упругій брусъ, то будетъ

$$D = {}^{29}/_{56}\, P\,.\,Cos\alpha,\; D_0 = {}^2/_7\, P\,.\,Cos\alpha.$$

$$T_0 = \frac{D_0}{2\,Sin\beta} = {}^1/_7\, P\,.\,\frac{Cos\alpha}{Sin\beta},\; T = \frac{c}{2h}\, P.$$

$$T_1 = \frac{(T\,Sin\alpha - {}^{11}/_{112}\, P\,Cos\alpha}{Sin\beta},\; T_2 = \frac{(T\,.\,Sin\alpha - {}^{27}/_{112}\, P\,.\,Cos\alpha)}{Sin\beta}.$$

$$T_3 = {}^{85}/_{112}\,.\,P\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}\;\; T_4 = {}^{101}/_{112}\,.\,P\,\frac{Cos\alpha}{Sin\beta}.$$

4. Геометрическое построеніе напряженія связей. a) Для общаго случая трехъ-подкосной системы, провести AM, перпендикулярно къ AA, CM, EM_2 и KM, параллельно AD; CM_0 параллельно AA; MM_0 параллельно CD; наконецъ MN и M_2N_2 перпендикулярно къ AC; принявъ затѣмъ длину AM за мѣру ${}^1/_2\, P$, получатъ

$D = MN,\; D_0 = M_2N_2,\; T_0 = KM_1,$

$T_1 = EM_2 + KM_1 + MM_0,\; T_2 = EM_2 = MM_0,$

$T = CM_0,\; T_3 = CM + EM_2,\; T_4 = CM + EM_2 + KM_1,$

$L_1 = AC + AE + AK - AN - AN_2$

$L_2 = AC + AE + AK - AN$

$L_3 = AC + AE + AK - AN_2$,

$L_4 = AC + AE + AK$.

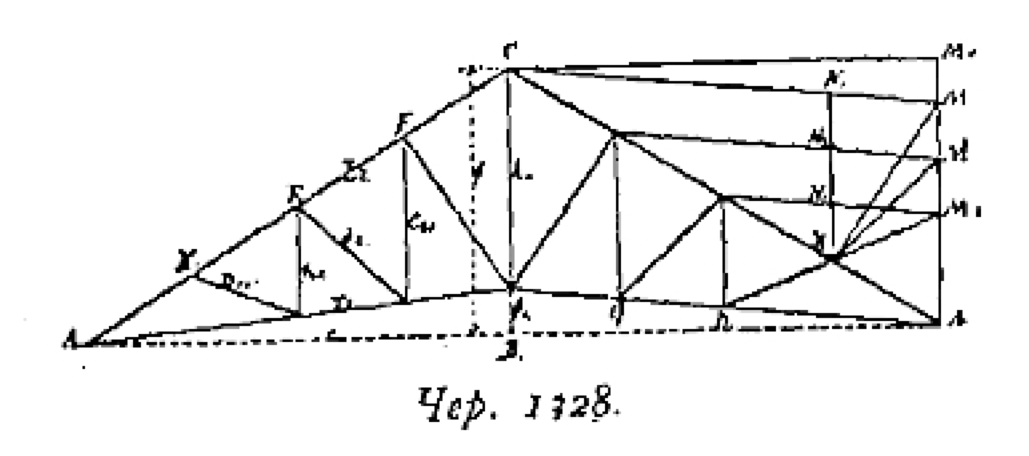
Если затяжка DD приближается къ горизонтальной линіи AA, то M_0 совпадаетъ съ M, и значеніе MM_0 исчезаетъ; а потому, при горизонтальныхъ струпахъ AD, совпадающихъ съ направленіемъ затяжки DD измѣняются только значенія T_1 и T_2, которыя будутъ

$$T_1 = EM_2 + KM_1, \text{ и } T_2 = EM_2.$$

b) Для случая одноподкосной системы, построеніе напряженій остается справедливымъ и будетъ

$$D = MN, \; T = CM_0, \; T_1 = EM_2 + MM_0, \; T_2 = CM + EM_2$$
$$L_1 = AC + AE - AN, \; L_2 = AC + AE.$$

§ **121. Желѣзныя стропила подвѣсной системы,** чер. 1328 (текстъ). Стропильныя ноги подпираются или раскосами,



Чер. 1328.

подвѣшенными вертикальными болтами и затяжкою — *англійская система*, или вертикальными стойками, подвѣшенными наклонными струнами и затяжкою — *американская система*.

a) Для *англійской* системы, или съ раскосами и вертикальными болтами, чер. 1328 (текстъ).

Давленіе на связь ноги

$$Lz = \frac{P\mu}{2}\left(\frac{n+z-1}{n}\right)\sqrt{\lambda^2+1}.$$

Натянутость связей затяжки

$$Tz = \frac{P\mu}{2}\left(\frac{n+z}{n}\right)\sqrt{\lambda_2+\psi^2}.$$

Натянутость болтовъ

$$Cz = \frac{P}{2}\left(\frac{n-z-1}{n}\right).$$

Натянутость средняго болта

$$C_0 = P\left(\frac{n\mu - 1}{n}\right).$$

Давленіе на раскосы

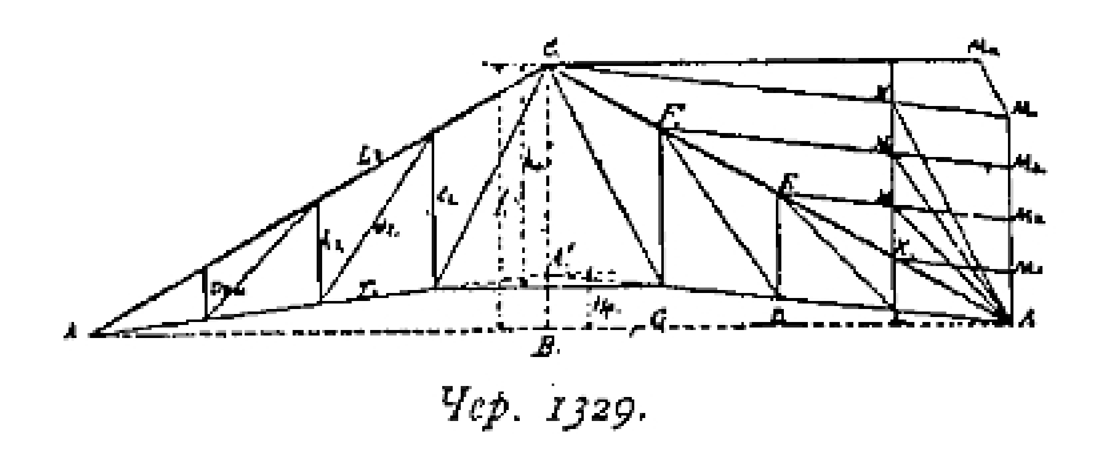
$$Dz = \frac{P\mu}{2n}\sqrt{\lambda^2 + [(n-z)(1-\psi)-\psi)]^2}.$$

Длина z-го болта $hz = h_0\left(\frac{n-z}{n}\right)$.

Длина z-го раскоса $dz = \frac{f}{n}\sqrt{\lambda^2 + [(n-z)(1-\psi)-\psi]^2}$.

Натянутости $(n-1)$-ой и n-ой связей затяжки взаимно равны.

Нумера вертикальныхъ болтовъ измѣняются въ предѣлахъ отъ $z = 1$ до z-$(n-2)$, а діагональныхъ раскосовъ отъ z-1 до z-$(n-1)$.



Чер. 1329.

b) Для *американской* системы, или съ вертикальными стойками и подвѣсными струнами, чер. 1329 (текстъ).

Давленіе на связи ноги

$$Lz = \frac{P\mu}{2}\left(\frac{n+z}{n}\right)\sqrt{\lambda^2 + 1}.$$

Натянутость связей затяжки

$$Tz = \frac{P\mu}{2}\left(\frac{n+z-1}{n}\right)\sqrt{\lambda^2 + \psi^2}.$$

Давленіе на стойки

$$Cz = \frac{P}{2}\left(\frac{n-z+1}{n}\right).$$

Натянутость струнъ

$$Dz = \frac{P\mu}{2n}\sqrt{\lambda^2 + [(n-z)(1-\psi)+1]^2}.$$

Длина z-ой стойки

$$hz = (f - f_0)\left(\frac{n-z}{n}\right) = (1-\psi)\left(\frac{n-z}{n}\right)f.$$

Длина z-ой струны.

$$dz = \frac{f}{n}\sqrt{\lambda^2 + [(n-z)(1-\psi)+1]^2}.$$

Давленіе на $(n-1)$-ю и на n-ю связи ноги равны.

Нумера вертикальныхъ стоекъ и діагональныхъ струнъ измѣняются въ предѣлахъ отъ $Z=1$, до $Z=(n-1)$.

Если 1-я связь затяжки, для которой $Z=1$ горизонтальна и не совпадаетъ съ продолженіемъ остальныхъ связей ея, то натянутость ея уменьшается и будетъ,

$$T_1 = \frac{\lambda P}{2\left[1-\psi\left(1-\frac{1}{n}\right)\right]}$$

c) Условіе прочности ноги для обѣихъ системъ будетъ

$$\frac{Ln}{An} + \frac{Pc}{8n^2\, Wn} \leqq R.$$

Графическое построеніе напряженій связей.

a) Для системы *англійской*, провести CM_0 параллельно AA и AM_0 перпендикулярно къ AA; далѣе, CM, FM_1, EM_2 параллельно AH и соединить K съ M_2, M_1 и M, и эти послѣднія линіи будутъ параллельны, соотвѣтственно KD, EG и FH. Принявъ длину AM за мѣру $1/2\, P$ и полагая, что каждая нога подраздѣлена не на 4, а на n связей, получатъ:

$$Lz = AC + (z-1)\ AK,\ Tz = CM + z\ MN$$
$$Cz = KNn - z - 1,\ Dz = KMn - z + 1.$$

Для средняго болта,

$$C_0 = 2\ (KN + MM_0).$$

При горизонтальной затяжкѣ, когда точка H приходится на линіи AA, точка M совпадаетъ съ M_0 и MM_0 исчезаетъ; слѣдовательно измѣняется значеніе для средняго болта и которое будетъ

$$C_0 = 2\,.\,K\,.\,N.$$

b) Для системы *американской*, провести AM перпендикулярно AA, далѣе CM, FM_3, EM_2, KM_1, параллельно AG; CM_0 параллельно AA и MM_0 параллельно GC; наконецъ, KN параллельно AM и соединить N, N_3, N_2 съ A и эти послѣднія линіи будутъ параллельны, соотвѣтственно, струнамъ GC, DF, LE. Принявъ длину AM за мѣру $1/2\, P$, для случая 4-хъ панелей, получатъ:

$$L_1 = AC + AK,\ L_2 = AC + 2AK,\ L_3 = L_4 = AC + 3AK$$
$$T_1 = CM_0,\ T_2 = CM + MN$$
$$T_3 = CM + 2MN,\ T_4 = CM + 3MN$$
$$C_1 = 4KN_2 = AM,\ C_2 = 3KN_3 = KN,\ C_3 = 2KN_2 = KN_3.$$
$$D_1 = AN + MM_0,\ D_2 = AN_3,\ D_3 = AN_2$$

При горизонтальной затяжкѣ, точка M совпадаетъ съ M_0 и значеніе MM_0 приравнивается нулю.

Примѣры. Пусть будетъ дана ферма *англійской системы* съ 3-мя парами раскосовъ, на пролетъ въ 60 футъ. Сѣченіе ноги однотавровое; ширина пояса 3 дюйма; высота сѣченія $3^{3}/_{4}$ дюйма, считая въ томъ числѣ и толщину пояса въ $^{3}/_{8}$ дюйма: толщина ребра или стѣнки $^{1}/_{2}$ дюйма.

Сѣченіе раскосовъ однотавровое; для средней пары, ширина пояса въ $2^{3}/_{4}$ дюйма, высота сѣченія $3^{1}/_{4}$ дюйма, толщина пояса $^{3}/_{8}$ дюйма и ребра $^{1}/_{2}$ дюйма; для двухъ боковыхъ паръ, ширина пояса $2^{1}/_{2}$ дюйма, высота сѣченія $2^{1}/_{2}$ дюйма, толщина пояса $^{3}/_{8}$ дюйма и ребра $^{1}/_{2}$ дюйма.

Діаметръ средняго болта 1 дюймъ, первой боковой пары $^{3}/_{4}''$ и второй боковой пары $^{5}/_{8}''$. Діаметръ средней связи затяжки $1^{1}/_{8}$ дюйма, промежуточной $1^{1}/_{4}''$, у ноги $1^{3}/_{8}''$.

Пусть сообразно съ среднимъ отношеніемъ, принимаемымъ англійскими строителями, подъемъ фермы 12 футъ, а затяжки $1^{1}/_{2}$ фута, поэтому

$$C = 30 \text{ футъ}, \; f = 12 \text{ футъ}, \; f_0 = 1^{1}/_{2} \text{ футъ}$$
$$h_0 = f - f_0 = 10^{1}/_{2} \text{ ф.}, \; n = 4, \; \lambda = {}^{30}/_{12} = 2.50,$$
$$\mu = \frac{12}{10^{1}/_{2}} = \frac{8}{7}, \; \varphi = \frac{1^{1}/_{2}}{12} = \frac{1}{8}.$$

Длина стропильной ноги $l = \sqrt{30^2 + 12^2} = \sqrt{1044} = 32{,}311$ футъ и затяжки $= \sqrt{30^2 + 1{,}5^2} = \sqrt{902{,}25} = 30{,}038$ футъ; или длина каждой изъ связей послѣдней, 1-й и 2-й $= 7{,}509$ ф., а 3-й $= 15{,}019$ ф.

далѣе, длина раскосовъ

$dz = {}^{12}/_{4}\sqrt{2{,}5^2\,[(4-z)\;{}^{7}/_{8} - {}^{1}/_{8}]^2} = {}^{3}/_{8}\sqrt{400 + [(4-z)\;7 - 1]^2}$ футъ, болтовъ, $hz = {}^{1}/_{4} \times 10{,}5\;(4-z) = 2{,}625\;(4-z)$ футъ, или

при	$z = 1$	$= 2$	$= 3$
	$dz = 10{,}607$	$= 8{,}945$	$= 7{,}830$
	$hz = 7{,}875$	$= 5{,}25$	$= -$ футъ.

Если стропила размѣщены въ разстояніи 7 ф. одно отъ другого, то на погон. саж. ноги приходится нагрузки въ 45 пуд. или на всю ногу $= {}^{45}/_{7} \times 32{,}311 = 208{,}7$ или 208 пудъ.

Поэтому для напряженій связей будетъ

$$Lz = {}^{1}/_{7}\sqrt{7{,}25}\;(3+z)\;P = 0{,}3846546\;(3+z)\;P = 80\;(3+z) \text{ пуд.}$$

$$Tz = {}^{1}/_{56}\sqrt{401}\;(4+z)\;P = 0{,}357589\;(4+z)\;P = 74{,}3785\;(4+z) \text{ пуд.}$$

$$C = {}^{1}/_{8}\;(3-z)\;P = 26\;(3-z) \text{ пудъ.}$$

$$Dz = {}^{1}/_{8}\;P\sqrt{400 + [(4-z)\;7 - 1]^2} = 3{,}7143\sqrt{400 + [(4-z)\,7 - 1]^2} \text{ пуд.},$$

или при

$z=$	1	2	3	4	
$Lz=$	320	400	480	560	пуд.
$Tz=$	317,89	446.277	520,65	520,65	пуд.
$Cz=$	52	26	—	—	пуд.
$Dz=$	105,06	88.60	77,56	—	пуд.

Натянутость средняго болта,

$$C_0 = \frac{1}{4} \times 208\ (4 \times \frac{8}{7} - 1) = 185.70 \text{ пуд.}$$

Если принять прочное сопротивленіе желѣза разрыву въ 240 пуд., то діаметръ болтовъ: средняго — 1 дюйм., а боковыхъ — $\frac{9}{16}$ и $\frac{3}{8}$ дюйма; а связей затяжки, $1\frac{9}{16}$, $1\frac{11}{16}$ и $1\frac{3}{4}$ дюйм.; послѣдніе размѣры болѣе принятыхъ строителемъ; но въ разсчетѣ подъемъ конька и затяжки, а также разстояніе между фермами и разсчетная нагрузка избраны приблизительно, за неимѣніемъ указаній.

Сѣченіе раскосовъ, перваго $= 2\frac{3}{4} \times \frac{3}{8} + \frac{1}{2} \times 2\frac{7}{8} = 2\frac{15}{32}$ кв. дюйм., а боковыхъ $= 2\frac{1}{2} \times \frac{3}{8} + \frac{1}{2} \times 2\frac{1}{8} = 2$ кв. дюйм.; отношеніе длины къ сторонѣ сѣченія, по которой всего скорѣе можетъ произойти перегибъ, для раскоса перваго $= \frac{10{,}606 \times 12}{2{,}75} = 46$ и для боковыхъ $= \frac{8{,}945 \times 12}{2{,}5} = 45$.

Повѣряя прочность раскосовъ, какъ подвѣшенныхъ стоекъ, когда $\lambda = l$, имѣютъ для разсматриваемаго сѣченія, при отношеніи $\frac{\lambda}{D} = 45$, временное сопротивленіе раздробленію въ 319 пуд. или прочное въ 50 до 60 пуд., слѣдовательно прочность раскосовъ совершенно обезпечена, потому-что напряженія ихъ на кв. дюймъ $= \frac{105{,}06}{2{,}50} = 42$ пуд. и $\frac{88{,}60}{2} = 44{,}30$ пуд.

Остается провѣрить прочность ноги. Предварительно слѣдуетъ разсчитать моментъ сопротивленія сѣченія ноги. Сумма моментовъ площадей пояса и ребра, относительно нижней кромки послѣдняго, $= \frac{3}{8}\ (3\frac{3}{4} - \frac{3}{16}) + \frac{27}{16} \times \frac{27}{16} = \frac{1755}{256}$ куб. дюйм.; и какъ площадь сѣченія

$$A = 3 \times \frac{3}{8} + \frac{1}{2}\ (3\frac{3}{4} - \frac{3}{8}) = \frac{45}{16} \text{ кв. дюйм.},$$

то разстояніе центра тяжести сѣченія до нижней кромки $= \frac{1755}{256} \times \frac{16}{45} = \frac{351}{143} = 2{,}438$ дюйм. и до верхней кромки пояса $= 3{,}75 - 2{,}438 = 1{,}312$ дюйм.; далѣе моментъ инерціи сѣченія, относительно неизмѣняемой оси

$$J = \frac{1}{3}\ (3 \times 1{,}312^3 + \frac{1}{2} \times 2{,}438^3 - 2{,}50 \times 0{,}973^3) = \frac{1}{3} \times 11{,}964 = 3{,}988,$$

въ дюйм. и моментъ сопротивленія относительно наиболѣе сжатыхъ волоконъ пояса.

$$W_2 = \frac{J}{V_2} = \frac{3,988}{1,312} = 3,04 \text{ куб. дюйм.}$$

Поэтому наибольшее напряженіе матеріала нижней связи ноги,

$$K = \frac{560}{{}^{45}/_{16}} + \frac{208 \times 30 \times 12}{8 \times 16 \times 3,04} = 199,10 + 192,40 = 391,50 \text{ пуд. на кв. дюйм.}$$

или прочность ноги необезпечена.

Если положить разстояніе между фермами въ 6 футъ, то наибольшее напряженіе матеріала ноги $= {}^6/_7 \times 391,50 = 335,60$ пуд. на кв. дюймъ, что допустить еще возможно. Для разсматриваемой фермы, строителями допущено разстояніе въ 5 до $6^2/_3$ фута.

Зная сѣченія и длины связей, легко опредѣлить вѣсъ фермы, умножая сѣченія на длину ихъ связей, и на вѣсъ кубической единицы матеріала.

Такъ, принимая вѣсъ кубич. дюйма желѣза $= 0,308$ фунт. получатъ вѣсъ погон. фута стропильной ноги $= {}^{45}/_{16} \times 12 \times 0,308 = 10,40$ фунт. раскосовъ перваго $= 2^{15}/_{32} \times 12 \times 0,308 = 9,12$ фунт. и боковыхъ $= 2 \times 12 \times 0,308 = 7,40$ фунт.; вѣсъ круглыхъ частей найдется по таблицамъ.

Поэтому вѣсъ ноги $= 10,40 \times 32,311 = 336$ фунт. раскосовъ, перваго $= 9,12 = 10,607 = 97$ фунтовъ; боковыхъ $= 7,40 (8,945 + 7,830) = 124$ фунта средняго болта $= 2,903 \times 10,50 = 30,50$ фунт., боковыхъ $= 1,633 \times 7,875 = 12,90$ фунт. и $= 1,134 \times 5,25 = 6$ фунт. связей затяжки, средней $= 3,674 \times 7,509 = 27,60$ фунт., промежуточной $= 4,536 \times 7,509 = 20,50$ фунт. и конечной $= 5,488 \times 15,018 = 82,50$ фунт. или полный вѣсъ полуфермы $=737$ фунт. $=18$ пуд. 17 фунт. и цѣльной фермы $= 2 \times 706,50 + 30,50 = 1443,50$ фунт. $= 36$ пуд. $3^1/_2$ фунт.

Принимая въ разсчетъ вѣсъ соединеній, получатъ вѣсъ фермы $= 105 \times 1443,50 = 1517$ фунт. $= 37$ пуд. 37 фунт.

2. Пусть дана будетъ ферма *американской* системы съ 3-мя парами вертикальныхъ стоекъ, проектированная для желѣзной крыши, при разстояніи между фермами въ 7 футъ.

Пролетъ фермы $2c = 56$ футъ;

Подъемъ коня $f = 12$ футъ;

Затяжка горизонтальна.

Сѣченіе ногъ одпотавровое, ширина пояса 3 дюйма, высота сѣченія $3^1/_2$ дюйма, толщина пояса и ребра $^1/_2$ дюйма. Сѣченіе двухъ среднихъ паръ вертикальныхъ стоекъ крестовое 2 дюйма въ сторонѣ, а крайней, круглое, діаметромъ въ 1 дюймъ.

Діаметръ средняго болта $^1/_2$ дюйма; діаметръ струнъ, первой $^3/_4$ дюйма, промежуточной и крайней $^5/_8$ дюйма. Діаметръ связей затяжки, первой и второй $1^1/_4$ дюйма, а третьей и крайней $1^1/_2$ дюйма. Толщина каждой накладки, посредствомъ которой затяжка связывается съ ногою, $^1/_2$ дюйма;

діаметръ болта по затяжкѣ $1^1/_2$ дюйма, а каждаго изъ 3-хъ болтовъ въ накладкахъ на ногѣ, помѣщенныхъ на срединѣ высоты ребра ноги, $^3/_4$ дюйма; въ конькѣ ноги связываются также посредствомъ двухъ накладокъ; діаметръ болта, связывающаго съ ними ногу, $1^1/_2$ дюйма.

Ферма опирается на металлическую доску округленными ребрами накладокъ ноги; опорная доска, при 8 дюйм. длины, имѣетъ 1 дюймъ наденія къ наружной сторонѣ.

Поэтому будетъ:

$$C = 28,\ f = 12,\ f_0 = 0,\ h_1 = f = 12,\ n = 4,\ \lambda = {}^{28}/_{12} = {}^7/_3.$$

Какъ фермы размѣщены на разстояніи 7 футъ, то грузъ на ногу = 196 пудовъ и потому будетъ.

$$Lz = {}^1/_{24} \sqrt{58}\,(4+z)\,P = 0{,}31734\,(4+z)\,P = 62{,}1955\,(3+z) \text{ пуд.}$$
$$Tz = {}^1/_3 + {}^7/_{24}\,(3+z)\,P = {}^7/_{24}\,(3+z)\,P = 57{,}1667\,(3+z) \text{ пуд.}$$
$$Cz = {}^1/_8\,P\,(5-z) = 24{,}5\,(5-z) \text{ пуд.}$$
$$Dz = {}^1/_{24}\,P\sqrt{49+9\,(5-z)^2} = 8{,}1667\sqrt{49+9\,(5-z)^2} \text{ пуд.}$$

или при $z =$	1	2	3	4	
$Lz =$	310,10	373,17	435,37	435,37	пуд.
$Tz =$	228,67	285,83	343,00	400,17	пуд.
$Cz =$	98	73,50	49,00	—	пуд.
$Dz =$	113,45	93,11	75,29	—	пуд.

Поэтому, при $R = 240$ пуд., діаметры связей затяжки будутъ соотвѣтственно: $1^1/_8$, $1^1/_4$, $1^3/_8$ и $1^1/_2$ дюйм., а подвѣсныхъ струнъ $^3/_4$, $^{11}/_{16}$ и $^5/_8$ дюйма, размѣры, совпадающіе почти съ принятыми строителемъ.

Площадь сѣченія ноги $= 3 \times {}^1/_2 + 3 \times {}^1/_2 = 3$ кв. дюйм.; моментъ сѣченія относительно нижней кромки ребра $= {}^3/_2 \times 3^1/_4 + {}^3/_2 \times {}^{57}/_8$ куб. дюйм. и разстояніе центра тяжести сѣченія до этой кромки $= {}^{57}/_8 \times {}^1/_3 = {}^{57}/_{24} = 2{,}375$ дюйм. и до верхней кромки пояса $= 3{,}5 - 2{,}375 = 1{,}125$ дюймовъ.

Моментъ инерціи сѣченія, относительно неизмѣняемой оси $=$

$$= {}^1/_3\,(3 \times 1{,}125^3 + {}^1/_2 \times 2{,}375^3 - 2{,}5 \times 0{,}625^3) =$$

$= {}^1/_3 \times 10{,}359375 = 3{,}453125$ въ дюймахъ и моментъ сопротивленія, относительно сжатыхъ волоконъ пояса, $W_2 = \frac{3{,}453125}{1{,}125} = 3{,}06944$ куб. дюйм.

Поэтому, наибольшее напряженіе матеріала ноги $K = \frac{435{,}37}{3} + \frac{196 \times 28 \times 12}{8 \times 16 \times 3{,}06944} = 145{,}10 + 167{,}60 = 312{,}70$ пуд. на квадр. дюймъ, или прочность ноги обезпечена.

Длина крайней стойки круглаго сѣченія = 3 фута; отношеніе длины къ діаметру $= \frac{3 \times 12}{1} = 36$ и потому прочное сопротивленіе такой стойки = 70 до 90 пудовъ на кв. дюймъ; образующееся же на стойкѣ напряженіе $= \frac{49}{0,7854} = 62,40$ пуд. на квадр. дюймъ, или прочность ея обезпечена.

Разсмотрѣнная ферма проектирована Г. Е. Паукеромъ для строившагося царскосельскаго дворца.

§ 122. Общіе размѣры связей обыкновенныхъ желѣзныхъ стропилъ.

1. Фермы размѣщаются на разстояніи, средина отъ средины въ 5—7 футъ. Число подкосовъ, стоекъ и раскосовъ, т. е. число подпертыхъ точекъ опредѣляется такъ, чтобы на каждые 7 пог. фут. ноги приходилась одна подпертая точка; и вообще чѣмъ этихъ точекъ болѣе, тѣмъ труднѣе установить ногу такъ, чтобы она опиралась равномѣрно на всѣ эти точки, что принято въ основаніи разсчета напряженія связей; а потому слѣдуетъ избѣгать стропилъ сложной конструкціи, придавая связямъ простѣйшихъ фермъ большіе размѣры.

2. На стропильныя ноги, обыкновенно идетъ тавровое желѣзо; иногда также, при большихъ пролетахъ, нога склепывается изъ двухъ полосъ угловаго желѣза, съ прокладкою между ними чугуннаго или деревяннаго бруса. Для удобной сборки съ ногою связи, ребро сѣченія должно быть высотою въ 3 до 4 дюйм., при толщинѣ въ 3/8 до 1/2 дюйма. Верхніе концы ногъ входятъ въ чугунный башмакъ или срѣзаются у конька и связываются посредствомъ накладокъ и болтовъ.

На подкосы, стойки и раскосы идетъ желѣзо—полосовое въ одну полосу или же въ двѣ, по одной съ каждой стороны ноги; однотавровое, въ одну полосу, подпирая ногу ребромъ, или же въ двѣ полосы, склепанныя взаимно поясами, подпирающими ногу; угловое желѣзо одиночное и двойное, въ 2 полосы и проч.; иногда связи эти отливаются изъ чугуна съ крестовымъ или круглымъ сѣченіемъ.

Струны имѣютъ круглое или квадратное сѣченіе.

Затяжка, для болѣе удобнаго соединенія ея съ связями фермы, иногда бываетъ въ 2 полосы полосоваго желѣза; иногда же склепывается изъ котельнаго желѣза съ горизон-

тальнымъ поясомъ. Конецъ стропильной ноги связывается съ затяжкою посредствомъ клиньевъ или болтовъ, пропущенныхъ чрезъ накладки, связанныя съ концомъ затяжки; или, наконецъ, нога входитъ въ чугунный башмакъ, связываемый съ затяжною посредствомъ клиньевъ, болтовъ или кольца съ обратными винтовыми нарѣзами, которое допускаетъ подвинчиваніе затяжки, при измѣненіи ея длины отъ вліянія температуры; вслѣдствіе этой-же причины, ферма должна имѣть свободное движеніе на своихъ опорныхъ плоскостяхъ. Подвѣсныя струны и болты на верхнемъ концѣ имѣютъ вилку, которою онѣ подвѣшиваются, посредствомъ болта къ стропильной ногѣ, а на нижней винтовой нарѣзъ, посредствомъ котораго гайки связываются съ подкосами и затяжкою.

Размѣры соединительныхъ болтовъ должны быть достаточны для прочнаго сопротивленія ихъ перерѣзыванію.

Соединенія связей располагаются такъ, чтобы продолженныя оси соединенныхъ связей пересѣкались въ одной точкѣ; иначе, въ этихъ мѣстахъ связи будутъ подвержены не только сжатію и вытягиванію, но и изгибу, что не выгодно для ихъ прочности.

На рѣшетины идетъ желѣзо угловое или полосовое; разсчитываются какъ брусья, закрѣпленные обоими концами.

3. Наибольшее напряженіе матеріала стропильной ноги не должно превышать 320 пуд.; для раскосовъ, подкосовъ, т. е. для связей, подверженныхъ сжатію, можно принять обращая вниманіе на относительную длину для желѣза 200 до 240, а для чугуна — 300 пуд.; въ обратномъ же случаѣ, не слѣдуетъ принимать, свыше 60 до 80 пуд. для желѣза и чугуна.

4. По урочному на стропильныя работы положенію полагается желѣзо:

На стропильныя ноги — полосовое, шириною 3 дюйма, толщиною отъ 1/2 до 5/8 дюйма:

На конекъ — полосовое, шириною до 3 3/4 дюйма, толщиною отъ 5/8 до 3/4 дюйма.

На упорныя стойки (подкосы, стойки и раскосы)—круглое, отъ 1-го до 1 1/4 дюйма.

На стяжки или струны и бабки — круглое, отъ 7/8 до 1 1/4 дюйма.

На заклепки и болтики — круглое отъ $1/2$ до $7/8$ дюймъ.

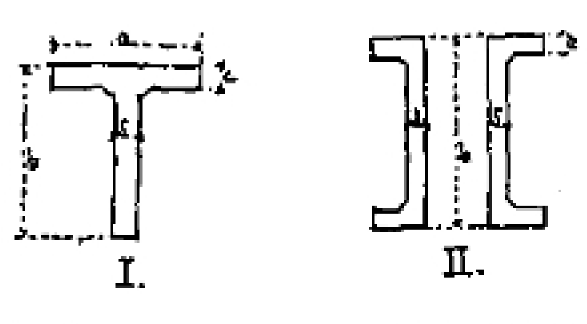
На гайки и планки — полосовое, шириною отъ 2-хъ до $2\,1/2$ дюйм.; толщины отъ $1/2$ до $3/4$ дюйма.

На обрѣшетку, при разстояніи между стропилами отъ 2 до 3-хъ аршинъ — узкополосное, шириною въ $3/4$ до $1/2$ дюймовъ, толщиною въ $1/2$ дюйма.

5. Въ концѣ IV-го тома на стран. 31 — 36, для облегченія разсчетовъ стропильныхъ фермъ приведены таблицы: № 25, для разсчета нагрузки стропильныхъ фермъ собственнымъ вѣсомъ; № 26, для разсчета полной нагрузки на единицу площади горизонтальной проекціи крыши; № 27, данныя относительно существующихъ желѣзныхъ стропилъ надъ зданіями Александровскаго завода Николаевской желѣзной дороги; № 28, размѣры и вѣсъ обрѣшетки изъ угловаго желѣза; № 29, вѣсъ желѣзныхъ стропильныхъ фермъ системъ англійской и бельгійской. На таблицѣ № 30, размѣровъ связей подвѣсной англійской системы, даны размѣры связей фермъ, при пролетахъ въ 20 до 60 футъ, взаимномъ разстояніи фермъ въ 6 футъ и обыкновенномъ кровельномъ матеріалѣ, принимая для пролетовъ въ 20 до 30 футъ, одну пару раскосовъ, для пролетовъ въ 30 до 40 футъ — двѣ, а для пролетовъ въ 40 до 60 футъ — три пары раскосовъ.

Раскосы тавроваго, а затяжки и подвѣсные болты круглаго сѣченія; въ послѣднихъ (6-ой столбецъ) круглое сѣченіе замѣнено соотвѣтственнымъ - прямоугольнымъ, болѣе удобнымъ для соединеній.

Стропильныя ноги, при пролетахъ въ 20 до 50 футъ, однотавроваго сѣченія, чер. 1330 (текстъ), а при пролетахъ въ 50 до 60 футъ, для большей жесткости, составлены изъ двухъ полосъ двойнаго — угловаго желѣза, чер. 1331 (текстъ) промежутокъ между ребрами которыхъ, шириною въ $1\,1/2$ до 2 дюймовъ, проложенъ деревяннымъ брусомъ, стянутымъ съ ребрами заклепками; избѣгая употребленія дерева, можно проложить промежутокъ чугунными распорками, связывая ихъ съ ребрами посредствомъ болтовъ съ



Чер. 1330. *Чер. 1331.*

гайками. Подъемъ коня принять въ $^1/_5$ пролета, а затяжки въ $^1/_8$ подъема коня или отношеніе $\psi = {}^1/_8$ и $\mu = {}^7/_8$.

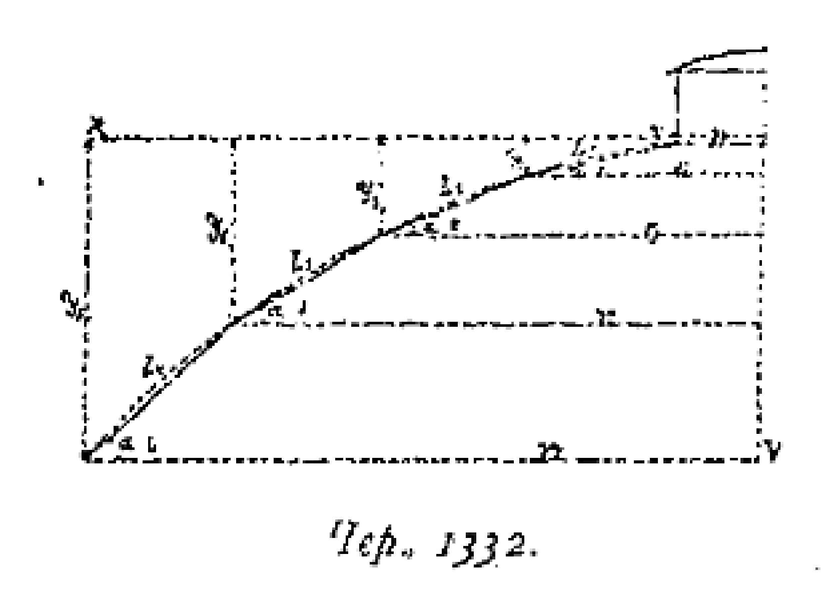
§ 123. Купольныя желѣзныя стропила.

1. *Общія условія равновѣсія купольныхъ поверхностей.*

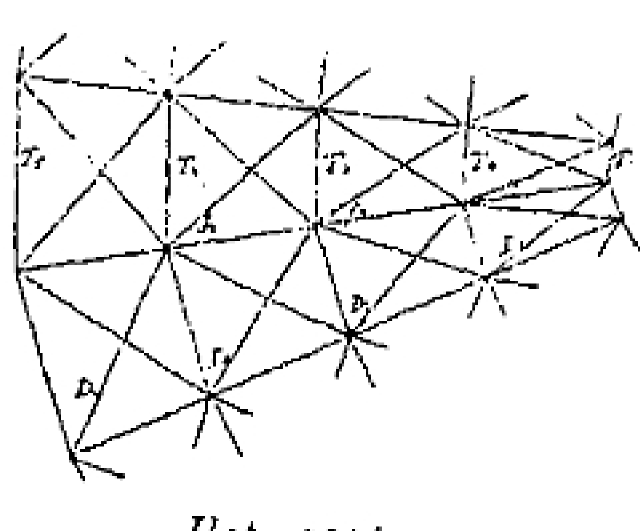
a) Купольною поверхностью вообще называется поверхность вращенія, образуемая плоскою кривою, вращающеюся около вертикальной оси *oy*, чер. 1332 (текстъ), имѣющая вѣсъ *p* на единицу поверхности и обладающая упругостью.

Начало осей координатъ *ox* и *oy* находится въ полюсѣ или вершинѣ купольной поверхности: производящая кривая $y = f(x)$ образуетъ одинъ изъ ея меридіановъ, а каждая точка этой кривой при вращеніи описываетъ дугу параллельнаго круга.

b) Для произвольнаго элемента поверхности, толщиною = 1, съ координатами *x*, *y*, элементомъ кривой *ds*, радіусомъ кривизны *q*, дли-



Чер. 1332.



Чер. 1333.

ною нормальн. ν и длиною касательной *t*, которая составляетъ съ горизонтомъ уголъ α, силы дѣйствующія на единицу длины, по меридіану *A* и по параллельному кругу *B*, будутъ $p \cdot Cos\alpha + \frac{A}{q} + \frac{B}{\nu} = 0$ $p\,Sin\alpha + \frac{dA}{ds} + \frac{A - B}{t} = 0$; далѣе

$$A \times Cos\alpha = \int_0^s B ds, \quad Ax\ Sin\alpha = -\int_0^s px\, ds.$$

2. *Условія равновѣсія шароваго купола.*

a) Если производящая дуга круга съ радіусомъ *r*, то $x = r\ Sin\alpha$, $s = r\alpha$, $\nu = q = r$; и принимая вѣсъ *p* на единицу поверхности постояннымъ, будетъ:

$$A = pr\left(\frac{1 - Cos\alpha}{Sin^2\alpha}\right) = -\frac{pr}{1 + Cos\alpha}$$

$$B = -pr \cdot Cos\alpha - A = pr\left(\frac{1}{1 + Cos\alpha} - Cos\alpha\right).$$

Значеніе *A* всегда отрицательно, или по направленію меридіана всегда образуется сжатіе. Это давленіе у полюса $A = -{}^1/_2\, pr = B$, одинаково по всѣмъ направленіямъ, съ увеличеніемъ угла α возрастаетъ и на экваторѣ $A = -pr$ и направлено отвѣсно сверху внизъ.

Значенiе B у полюса равно A и слѣдовательно около этой точки, по направленiю параллельнаго круга, образуется сжатiе — $\frac{1}{2} pr$; съ увеличенiемъ угла α; B уменьшается, переходитъ черезъ нуль и на экваторѣ $B = -A = pr$ образуетъ вытягивающую силу, равную по величинѣ давленiю A.

Значенiе B переходитъ черезъ нуль на параллельномъ кругѣ, для котораго

$$Cos^2\alpha + Cos\alpha = 1, \quad \text{или} \quad Cos\alpha = -\tfrac{1}{2} + \sqrt{\tfrac{5}{4}} = 0{,}618,$$
$$Sin\alpha = 0{,}786, \text{ и } \alpha = 51^\circ,50'.$$

b) *Къ отъ сѣченному горизонтально шаровому куполу* слѣдуетъ приложить только силы, соотвѣтствующiя A по направленiю и величинѣ. Эти силы имѣютъ составляющiя вертикальныя, равныя вѣсу купола, образующiяся отъ противудѣйствiя опорной его плоскости и, если куполъ не полушаръ, также горизонтальныя, $A\,Cos\alpha$, уничтожаемыя или кольцомъ одинаковаго дiаметра съ куполомъ, $2c$, и въ которомъ, при радiусномъ давленiи $A\,Cos\alpha$, должна образоваться касательная сила $cA\,Cos\alpha$, или опорными стѣнами, производящими на погонную единицу обрѣза купола горизонтальное давленiе $A\,Cos\alpha$.

c) Если напряженiе на единицу площади параллельнаго круга будетъ значительно, то у этого круга толщина купола увеличивается; при каменныхъ куполахъ, эта добавочная кладка имѣетъ видъ вертикальнаго цилиндрическаго кольца, выведеннаго непосредственно на опорной плоскости купола.

Если въ нижней части купола помѣщаются окна, то часть купола надъ окнами строится какъ плоскiй куполъ, съ необходимымъ для него опорнымъ кольцомъ, ниже ряда оконъ располагается второе такое кольцо, а поясъ оконъ разсчитывается какъ каркасъ колѣнчатой системы (4).

d) Если въ вершинѣ купола имѣется отверстiе для фонаря, кольцо котораго, радiусомъ x_0, отвѣчаетъ центральному углу α_0, и кромѣ того несетъ грузъ q на погонную единицу обрѣза, то

$$A = -\frac{qx_0}{rSin^2\alpha} + pr\left(\frac{Cos\alpha - Cos\alpha_0}{Sin^2\alpha}\right);$$

$$B = \frac{qx_0}{rSin^2\alpha} - pr\left(\frac{Cos\alpha - Cos\alpha_0}{Sin^2\alpha} + Cos\alpha\right);$$

или на верхнемъ обрѣзѣ, для котораго $\alpha = \alpha_0$,

$$A_0 = -\frac{q}{Sin\alpha_0}, \quad B = \frac{q}{Sin\alpha_0} - prCos\alpha_0;$$

На экваторѣ, для котораго $\alpha = \frac{1}{2}\pi$, $A = \frac{qx_0}{r} - prCos\alpha_0$,

$$B = \frac{qx_0}{r} + prCos\alpha_0.$$

Если обрѣзъ отверстiя фонаря нагруженъ, то всегда на немъ располагается кольцо, принимающее нагрузку и передающее давленiе послѣдней на купольную поверхность. Радiусное противодѣйствiе этого кольца

образуетъ съ q равнодѣйствующую A_0, по направленію α_0, и будетъ потому $ACos\alpha_0$ или $qCotg\alpha_0$ Его касательное давленіе поэтому будетъ

$$x_0 A_0 \ Cos\alpha_0 \text{ или } x_0 \ q \ Cotg\alpha_0.$$

3. *Условія равновѣсія плоскихъ куполовъ.*

a) Для плоскихъ куполовъ, которыхъ стрѣла f, сравнительно съ пролетомъ $2c$, незначительна, можно принять собственный вѣсъ и нагрузку равномѣрно распредѣленными по горизонтальной проекціи купола.

Поэтому B будетъ соотвѣтствовать уже не единицѣ дуги, а единицѣ абсиссы и замѣнится на T, котораго величина опредѣляется уравненіемъ.

$$Bds = T dx.$$

Далѣе, A въ вычисленіи замѣняется его горизонтальною составляющею $ACos\alpha = Q$ и потому $ASin\alpha = Qtg\alpha$.

При такихъ положеніяхъ, по (1) будетъ

$$Q = \frac{1}{x}\int_0^x T dx. \quad Qtg\alpha = Q\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{x}\int_0^x px \ dx = -\frac{px}{2}.$$

b) Если *производящая кривая обыкновенная парабола*, вида $y = \frac{f}{c^2}x^2$, то матеріалъ купола, по каждому изъ направленій, будетъ сжатъ съ напряженіемъ $T = Q = -\frac{pc^2}{4f}$ на погон. единицу.

c) *Если производящая кривая кубическая парабола*, вида $y = \frac{f}{c^3}x^3$, то во всѣхъ точкахъ, при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ, силы, дѣйствующія по направленіямъ параллельныхъ круговъ будутъ равны нулю. Остающаяся сила, направленная по радіусу, $Q = \frac{pc^3}{6fx}$, уменьшается съ разстояніемъ отъ оси вращенія. У полюса давленіе Q безконечно велико; и потому около полюса слѣдуетъ помѣщать или отверстіе фонаря съ нагруженнымъ кольцомъ или же выводить эту среднюю часть, какъ обыкновенный пораболическій куполъ.

d) Теоретически, на куполъ по кубической параболѣ идетъ $^2/_3$ матеріала такого же купола по обыкновенной параболѣ.

4) *Условія равновѣсія кольчатаго купольнаго каркаса.*

a) Каркасъ купола состоитъ изъ отдѣльныхъ связей, колѣнъ, расположенныхъ по направленіямъ главныхъ силъ, образующихся при равномѣрно распредѣленной нагрузкѣ; поэтому связи эти располагаются по направленіямъ меридіановъ (стропильныя ноги) и перпендикулярно къ нимъ, по направленіямъ параллельныхъ круговъ (кольца).

Для предупрежденія обрушенія такого каркаса, связаннаго въ сочлененіяхъ связей шарнирами, при дѣйствіи односторонней нагрузки, въ клѣткахъ его помѣщаются раскосы.

b) Предѣльныя напряженія связей каркаса образуются при слѣдующихъ условіяхъ;

Ноги подвергаются наибольшему давленію, когда куполъ несетъ наибольшую нагрузку.

Каждое кольцо подвергается наибольшему вытягиванію или наименьшему давленію, когда лежащая внутри его часть купола несетъ наибольшую нагрузку, а самое кольцо съ своимъ поясомъ остается ненагруженнымъ.

Раскосы между двухъ ногъ подвергаются наибольшему вытягиванію, когда половина купола, съ одной стороны діаметра, проходящаго через середины раскосовъ, несетъ наибольшую нагрузку, а другая его половина не нагружена.

Пусть для купола, по меридіальному сѣченію, чер. 1332—1333 (текстъ).

r и y — радіусы и ординаты колецъ.

α — углы наклоненія колѣнъ стропильной ноги къ горизонту.

δ — углы наклоненія раскосовъ къ стропильной ногѣ.

p и k — вѣса и временныя нагрузки купола на каждую изъ подушекъ стропильныхъ ногъ.

L — давленія на связи или колѣна ногъ.

T и D — напряженія колецъ и раскосовъ.

V и Q — вертикальныя и горизонтальныя, составляющія давленія L — ноги.

$\varphi = \frac{\pi}{n} = \frac{180^0}{n}$ половина центральнаго угла между меридіональными плоскостями двухъ смежныхъ ногъ.

n — число стропильныхъ ногъ купола.

Напряженія вытягивающія получаются съ (+), а сжимающія давленія съ (—).

При равномѣрной нагрузкѣ всего купола, напримѣръ, его собственнымъ вѣсомъ p, для связей съ нумеромъ z, ведя счетъ z отъ отверстія фонаря, будетъ,

$$V.z = p_1 + p_2 + p_3 + \ldots + pz,\quad Qz = Vz \,.\, Cotg\alpha z.$$

$$Lz = -\frac{Vz}{Sin\alpha z} = -\frac{Qz}{Cos\alpha z},$$

$$Tz = \frac{Qz - 1 - Qz}{2Sin\varphi} = -\frac{Vz - 1 \,.\, Cotg\alpha z - 1 - Vz \,.\, Cotg\alpha z}{2Sin\varphi}$$

Для предѣльныхъ напряженій связей колецъ, соотвѣтствующихъ одной временной нагрузкѣ K, будетъ

$$min.\ Tz = -\frac{Kz \,.\, Cotg\alpha z}{2Sin\varphi}$$

$$max.\ Tz = \frac{(K_1 + K_2 + \ldots + Kz - 1)\ (Cotg\alpha z - 1 - Cotg\alpha z)}{2Sin\varphi};$$

далѣе,

$$Dz \gtrless \frac{K_1 + K_2 + \ldots + Kz}{Sin\alpha z \,.\, Cos\delta z}.$$

Если давленіе всѣхъ колѣнъ ноги должно быть одинаково, т. е.

$$L_1 = L_2 = L_3 = \ldots = L, \text{ то}$$

$$Sin\alpha z = \frac{p_1 = p_2 = \ldots + pz}{L}.$$

d) Если опредѣлять прямо предѣльныя напряженія связей по нагрузкамъ на цѣлые пояса P собственнымъ ихъ вѣсомъ и $R = (P + K)$ полнымъ грузомъ, то при m — кольцахъ купола будетъ,

$$Lz = \frac{R_1 + R_2 + \ldots + Rz}{nSin\alpha z}$$

$$T_1 = \frac{L_1\ Cos\alpha_1}{2Sin\varphi},\quad Tm = -\frac{Lm - 1\ Cos\alpha m - 1}{2Sin\varphi}.$$

$$max.\ Tz =$$

$$= \frac{(R_1 + R_2 + \ldots + Rz - 1)\ Cotg\alpha z - 1 - (R_1 + R_2 + \ldots + Rz - 1 + Pz)\ Cotg\alpha z}{2n\ Sin\varphi}.$$

$$min.\ Tz =$$

$$= \frac{(P_1 + P_2 + \ldots + Pz - 1)\ Cotg\alpha z - 1 - (P_1 + P_2 + \ldots + Pz - 1 + Rz)\ Cotg\alpha z}{2n\ Sin\varphi}.$$

$$Dz < \frac{(R_1 + R_2 + \ldots + Rz) - (P_1 + P_2 + \ldots + Pz)}{n\ .\ Sin\alpha\ Cos\delta z}.$$

Если среднее напряженіе кольца должно быть равно нулю, или max. Tz + min. $Tz = o$, то для угла наклоненія z-ой связи ноги,

$$Cotg\alpha z = Cotg\alpha z - 1\ \frac{(P_1 + P_2 + \ldots + Pz - 1) + (R_1 + R_2 + \ldots + Rz - 1)}{(P_1 + P_2 + \ldots + Pz - 1) + (R_1 + R_2 + \ldots + Rz)}$$

или каждый послѣдующій уголъ αz опредѣляется по его предъидущему $\alpha z - 1$.

5. *Общіе размѣры купольныхъ каркасовъ.*

Каркасъ долженъ состоять изъ возможно меньшаго числа отдѣльныхъ связей, возможно большаго поперечнаго сѣченія. Число стропильныхъ ногъ избирается только самое необходимое, при которомъ обрѣшетка, безъ усложненія ея конструкціи, въ состояніи выносить грузъ кровли. Число колецъ, обыкновенно самое незначительное, такъ какъ клѣтки между ногами и кольцами, вслѣдствіе расположенія раскосовъ, не могутъ быть слишкомъ неправильнаго вида.

Купольные каркасы, съ пролетами въ 100 и 150 футъ, имѣютъ отъ 16 до 24 ногъ, при 4 до 6-ти кольцахъ, считая въ томъ кольца фонаря и опорное.

Стрѣла плоскаго купола принимается въ 1/8 до 1/6 пролета.

Общее замѣчаніе о разсчетѣ фермъ (реберъ) купольныхъ кровель. Часть купольной поверхности между двумя меридіональными плоскостями, проведенными черезъ смежныя фермы, соотвѣтствуетъ нагрузкѣ на эти фермы; и, слѣдовательно, нагрузки на отдѣльныя подушки или панели каждой изъ послѣднихъ пропорціональны отрѣзкамъ дугъ параллельныхъ круговъ, отсѣкающихъ эти подушки или панели.

Эти дуги пропорціональны радіусамъ или разстояніямъ подушекъ

отъ вертикальной оси вращенія; и, слѣдовательно, если принять нагрузку подушки, съ радіусомъ вращенія $= r$. за единицу или за p, то нагрузка другой такой подушки, находящейся на разстояніи r отъ оси вращенія, будетъ rp; а потому, достаточно знать нагрузку одной какой либо подушки; нагрузки же на остальныя найдутся измѣреніемъ ихъ радіусовъ.

Примѣръ. Пусть будетъ данъ каркасъ, построенный на правильномъ 8-ми угольникѣ и меридіональное сѣченіе котораго представляетъ половину правильнаго 18-ти угольника. Далѣе нагрузка дѣйствуетъ только въ точкахъ сочлененія связей и эти точки лежатъ на полушарѣ, радіусомъ въ 5 сажень и поверхностью $= 2\pi r^2 = 2 \times 3{,}1416 \times 5^2 \times 157{,}08$ квадр. саж. и если полная нагрузка на квадр. саж. этой поверхности $= 50$ пуд., то сумма нагрузокъ всѣхъ подушекъ купола $= 50 \times 157{,}08 = 7854$ пуда.

Эта полная нагрузка распредѣляется на отдѣльныя, соотвѣтствующія кольцамъ, группы нагруженныхъ точекъ такого рода, что суммы нагрузокъ отдѣльныхъ колецъ можно принять почти пропорціональными радіусамъ, описанныхъ около колецъ круговъ, за исключеніемъ нижняго кольца, для котораго въ разсчетъ вводится только половина соотвѣтствующаго пояса, слѣдовательно также только половина опредѣленной такимъ образомъ нагрузки.

Радіусы этихъ 5-ти круговъ будутъ:

$r_1 = r.\ Sin.\ 10° = 5 \times 0{,}17365 = 0{,}8682$ саж.
$r_2 = r.\ Sin.\ 30° = 5 \times 0{,}5 = 2{,}5$ саж.
$r_3 = r.\ Sin.\ 50° = 5 \times 0{,}76604 = 3{,}8302$ саж.
$r_4 = r.\ Sin.\ 70° = 5 \times 0{,}93969 = 4{,}6984$ саж.
$r_5 = r.\ Sin.\ 90° = 5 \times 1 = 5$ саж.

Если μ — коэффиціентъ пропорціональности, соотвѣтствующій радіусу, равному единицѣ, то для μ — получается уравненіе

$$0{,}8682\,\mu + 2{,}5\,\mu + 3{,}8302\,\mu + 3{,}6984\,\mu + {}^5/_2\,\mu = 7854;$$

или $14{,}3968\,\mu = 7854$, откуда $\mu = 545{,}55$ пуда.

Поэтому, нагрузки отдѣльныхъ колецъ, будутъ:

$\mu r_1 = 545{,}55 \times 0{,}8682 = 473$ пуда.
$\mu r_2 = 545{,}55 \times 2{,}5 = 1364$ „
$\mu r_3 = 545{,}55 \times 3{,}8302 = 2090$ „
$\mu r_4 = 545{,}55 \times 4{,}6984 = 2563$ „
$^1/_2\,\mu r_5 = 545{,}55 \times {}^5/_2 = 1364$ „

И какъ каждое кольцо имѣетъ 8 нагруженныхъ точекъ, то, раздѣляя эти числа на 8, получатъ слѣдующія нагрузки 5-ти точекъ каждой ноги:

$p_1 = {}^1/_8 \times 473 = 59{,}1$ пуда.
$p_2 = {}^1/_8 \times 1364 = 170{,}5$ „
$p_3 = {}^1/_8 \times 2090 = 261{,}2$ „
$p_4 = {}^1/_8 \times 2563 = 320{,}4$ „
$p_5 = {}^1/_8 \times 1364 = 170{,}5$ „

Какъ $\alpha = 22^\circ . 30'$, $\alpha_1 = 20^\circ$, $\alpha_2 = 40^\circ$, $\alpha_3 = 60^\circ$, $\alpha_4 = 80^\circ$, то при равномѣрной нагрузкѣ поверхности купола, въ 50 пуд. на квадр. саж., напряженія связей будутъ:

$$Z = 1,\ V_1 = 59{,}1 \text{ пуд.},\ Q_1 = 59{,}1\ Cotg\ 20^\circ = 162{,}4 \text{ пуда.}$$

$$L_1 = -\frac{59{,}1}{Sin\ 20^\circ} = -172{,}8 \text{ пуд.},\quad T_1 = -\frac{162{,}4}{2\ Sin\ .\ 22^\circ.30'} = -212{,}2 \text{ пуда.}$$

$$Z = 2,\ V_2 = 59{,}1 + 170{,}5 = 229{,}6 \text{ пуда},\quad Q_2 = 229{,}6\ Cotg\ .\ 40^\circ = 273{,}6 \text{ пуд.}$$

$$L_2 = -\frac{229{,}6}{Sin\ 40^\circ} = -357{,}2 \text{ пуд.},\quad T_2 = \frac{162{,}4 - 273{,}6}{2\ Sin\ .\ 22^\circ\ 30'} = -145{,}3 \text{ пуда.}$$

$$Z = 3,\ V_3 = 229{,}6 + 261{,}2 = 490{,}8 \text{ пуд.},\quad Q_3 = 490{,}8\ Cotg\ 60^\circ = 283{,}4 \text{ пуда.}$$

$$L_3 = -\frac{490{,}8}{Sin\ .\ 60^\circ} = -566{,}7 \text{ пуд.},\quad T_3 = \frac{273{,}6 - 283{,}4}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 30'} = -\ 12{,}8 \text{ пуда.}$$

$$Z = 4,\ V_4 = 490{,}8 + 320{,}4 = 811{,}2 \text{ пуд.},\quad Q_4 = 811{,}2\ Cotg\ 80^\circ = 143{,}0 \text{ пуд.}$$

$$L_4 = -\frac{811{,}2}{Sin\ 80^\circ} = -823{,}7 \text{ пуд.},\quad T_4 = \frac{283{,}4 - 143{,}0}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 30'} = +183{,}4 \text{ пуда.}$$

$$Z = 5,\ T_5 = \frac{Q_4}{2\ Sin\ .\ 22^\circ.\ 30'} = \frac{143{,}0}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 30'} = +186{,}9 \text{ пуда.}$$

Предѣльныя напряженія колецъ отвѣчаютъ различному положенію временной нагрузки, принимая какъ постоянную, такъ и временную нагрузку купольной поверхности въ 25 пуд. на квадр. саж., или въ половину противъ предыдущей, полной, получатъ, въ зависимости отъ одной временной нагрузки:

Для наименьшихъ напряженій связей колецъ

$$min.\ T_2^k = -\frac{85{,}25\ Cotg\ 40^\circ}{2\ Sin\ .\ 22^\circ\ 30'} - 132{,}7.$$

$$min.\ T_3^k = -\frac{130{,}6\ Cotg\ .\ 60^\circ}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 39'} = -98{,}5 \text{ пуд.}$$

$$min.\ T_4^k = -\frac{160{,}2\ Cotg\ 80^\circ}{2\ Sin\ .\ 22^\circ\ 30'} = -36{,}9 \text{ пуд.}$$

Для наибольшихъ напряженій связей колецъ

$$max.\ T_2^k = \frac{29{,}55\ (Cotg\ .\ 20^\circ - Cotg\ 40^\circ)}{2\ Sin\ .\ 22^\circ\ 30'} = +60{,}1 \text{ пуд.}$$

$$max.\ T_3^k = \frac{(29{,}55 + 85{,}25)\ (Cotg\ .\ 40^\circ - Cotg\ 60^\circ)}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 30'} = +92{,}2 \text{ пуда.}$$

$$max.\ T_4^k = \frac{(114{,}8 + 130{,}6)\ (Cotg\ 60^\circ - Cotg\ 80^\circ)}{2\ Sin\ .\ 22^\circ,\ 30'} = +128{,}6 \text{ пуда.}$$

Поэтому дѣйствительныя предѣльныя напряженія будутъ:

$min.\ T_2 = -132{,}7 - 72{,}6 = -205{,}3,$
$min.\ T_3 = -\ 98{,}5 - \ 6{,}4 = -104{,}9,$
$min.\ T_4 = -\ 36{,}9 + 91{,}7 = +\ 54{,}8,$

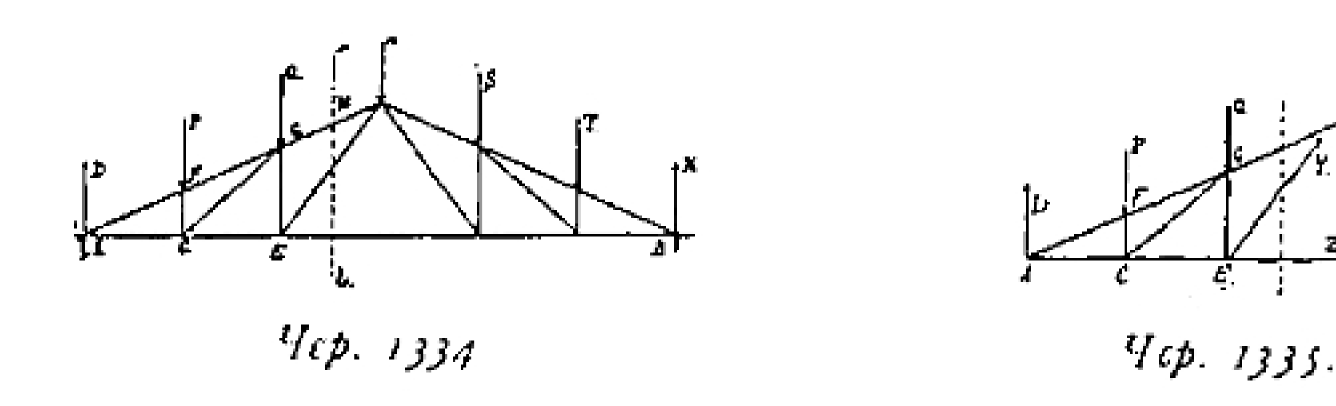
$max.\ T_2 = +60{,}1 - 72{,}6 = -12{,}5$ пуда
$max.\ T_3 = +92{,}2 - 6{,}4 = +85{,}8$ пуда
$max.\ T_4 = 128{,}6 + 91{,}7 = +220{,}3$ пуда.

§ 124. a) **Методъ статическихъ моментовъ, для разсчета стропильныхъ фермъ.** (По Риттеру).

Положимъ, что полная нагрузка на стропильную ферму, изображенную на чер. 1334 (текстъ), состоитъ изъ отдѣльныхъ грузовъ P, Q, R, S, T, какъ-бы привѣшенныхъ къ верхнимъ узламъ. Эти пять грузовъ вызовутъ въ опорахъ реакціи K и D, сумма коихъ равна суммѣ дѣйствующихъ грузовъ, величину-же каждой изъ нихъ можно легко опредѣлить изъ закона рычага. Положимъ, что вертикальныя прямыя, проходящія чрезъ узловыя точки, дѣлятъ весь пролетъ на шесть равныхъ частей, тогда для сопротивленій опоръ получимъ слѣдующія выраженія:

$$D = {}^1/_6\ T + {}^2/_6\ S + {}^3/_6\ R + {}^4/_6\ Q + {}^5/_6\ P.$$

$$K = {}^5/_6\ T + {}^4/_6\ S + {}^3/_6\ R + {}^2/_6\ Q + {}^1/_6\ P.$$



Чер. 1334. Чер. 1335.

Разсѣчемъ всю ферму по линіи LL для того, чтобы часть А, чер. 1335 (текстъ), по отнятіи правой части фермы, осталась въ равновѣсіи, достаточно къ разрѣзаннымъ полосамъ приложить въ мѣстахъ, гдѣ онѣ встрѣчаютъ сѣченіе, силы, дѣйствіе которыхъ замѣнило-бы вполнѣ дѣйствіе отнятой части фермы. *Силы эти должны совпадать съ направленіями полосъ*, къ которымъ онѣ приложены (такъ какъ, въ противномъ случаѣ, онѣ произвели-бы вращеніе ихъ около концовъ) и представляютъ собой то, что мы называемъ напряженіями полосъ.

Итакъ, напряженія X, Y, Z, трехъ разсѣченныхъ полосъ представляютъ собою силы, которыя въ связи съ внѣшними силами P, Q, D, удерживаютъ часть фермы A въ равновѣсіи. Всѣ эти силы лежатъ въ одной плоскости, а потому, для равновѣсія ихъ, должны быть выполнены, какъ извѣстно, три условія: 1) сумма вертикальныхъ составляющихъ всѣхъ силъ, дѣйствующихъ внизъ, должна быть равна суммѣ вертикальныхъ составляющихъ всѣхъ силъ, дѣйствующихъ вверхъ; 2) сумма горизонтальныхъ составляющихъ всѣхъ силъ, дѣйствующихъ влѣво, должна быть равна суммѣ горизонтальныхъ составляющихъ всѣхъ силъ, дѣйствующихъ вправо, и 3) сумма статическихъ моментовъ всѣхъ силъ, отно-

сительно произвольнаго центра вращенія, вращающихъ вправо, должна быть равна суммѣ статическихъ моментовъ всѣхъ силъ взятыхъ относительно того-же центра вращенія и вращающихъ влѣво. Аналитически эти три условія выражаются тремя условными уравненіями равновѣсія:

$$\Sigma\,(H) = 0,\ \Sigma\,(V) = 0,\ \Sigma\,(M) = 0.$$

Здѣсь H выражаетъ вообще горизонтальную составляющую одной изъ дѣйствующихъ силъ, V — вертикальную составляющую той-же силы и M — ея моментъ; знакъ Σ выражаетъ, что взята алгебраическая сумма всѣхъ этихъ величинъ, причемъ каждое слагаемое взято, смотря по его направленію, со знакомъ + или —. Такъ какъ въ эти три уравненія входятъ и три неизвѣстныя напряженія, то ихъ можно будетъ опредѣлить, рѣшая уравненія. Проведя сѣченіе черезъ три другія полосы, очевидно, можно будетъ опредѣлить напряженія въ нихъ такъ же, какъ и въ предъидущемъ случаѣ. Хотя этотъ способъ приводитъ всегда непосредственно къ рѣшенію вопроса, но онъ представляетъ слѣдующія два неудобства: вопервыхъ, въ H и V входятъ синусы угловъ, составляемыхъ полосами съ горизонтальною прямой, а потому, придется предварительно опредѣлить эти величины; во-вторыхъ — и это существенный недостатокъ — для опредѣленія какого нибудь неизвѣстнаго напряженія приходится рѣшить, вообще говоря, три уравненія.

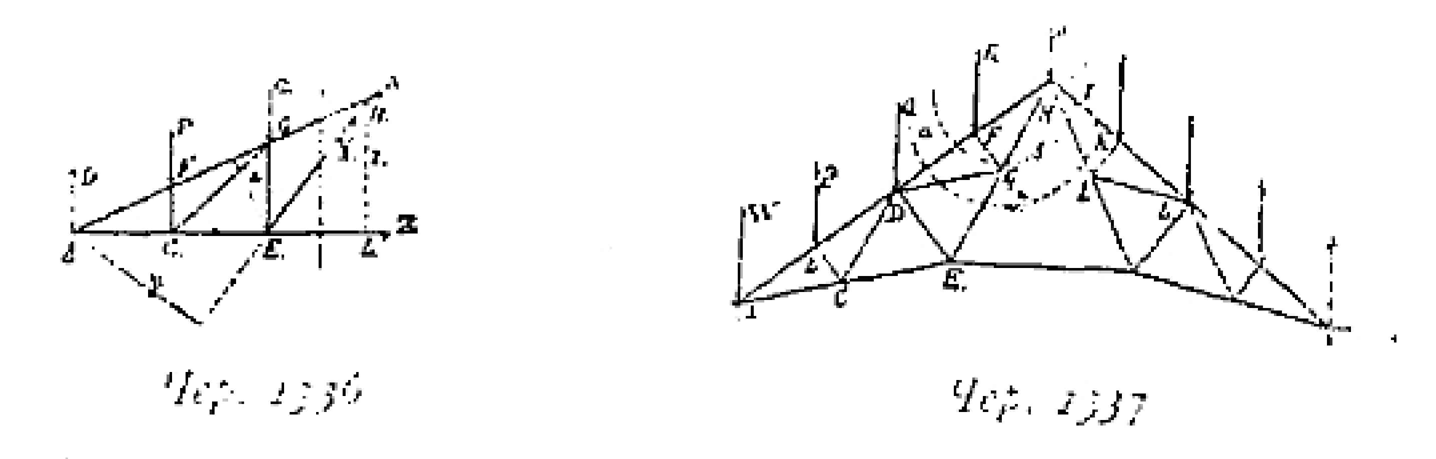
Предлагаемый способъ не имѣетъ этихъ недостатковъ, хотя и обладаетъ самой общей приложимостью; кромѣ того онъ имѣетъ за собой еще и то преимущество, что, для пониманія его, достаточно быть знакомымъ съ законами рычага (въ общемъ видѣ — законъ статическихъ моментовъ), такъ что каждый, знакомый только съ первыми началами механики, можетъ примѣнять этотъ способъ съ полнымъ сознаніемъ. Методъ этотъ состоитъ въ томъ, что для опредѣленія одного какого-нибудь напряженія достаточно составить и рѣшить только одно изъ прежнихъ трехъ уравненій, а именно: уравненіе статическихъ моментовъ. Дѣло въ томъ, что можно воспользоваться произвольностью выбора центра вращенія моментовъ такимъ образомъ, чтобы въ одно уравненіе моментовъ входило только одно опредѣляемое напряженіе, (а для этого, если сѣченіе встрѣчаетъ кромѣ разсматриваемой еще только двѣ полосы, достаточно принять за центръ вращенія моментовъ точку пересѣченія послѣднихъ двухъ; тогда моменты напряженій ихъ въ уравненіе моментовъ не войдутъ, ибо плечи ихъ равны нулю и мы получимъ одно уравненіе съ однимъ неизвѣстнымъ, которое рѣшить нетрудно. Въ это уравненіе войдутъ, въ качествѣ вспомогательныхъ величинъ, только плечи моментовъ опредѣляемыхъ напряженій, но вычислять ихъ не придется, такъ какъ, взявъ ихъ съ чертежа по масштабу получимъ ихъ величины съ достаточной для практическихъ цѣлей точностью. Все высказанное сводится къ слѣдующему правилу: *разсѣкаемъ ферму на двѣ части такимъ образомъ, чтобы прямая сѣченія встрѣчала, если возможно, не болѣе трехъ полосъ; предполагаемъ, что въ точкахъ пересѣченій раскосовъ съ сѣкущей прямой приложены*

силы X, Y, Z, и представляющія напряженія полосъ; составляемъ для отрѣзанной части фермы уравненія моментовъ, задавая, для опредѣленія напряженія X, центръ вращенія въ точкѣ пересѣченія Y и Z — для опредѣленія Y — въ точкѣ пересѣченія X и Z и для опредѣленія Z — въ точкѣ пересѣченія X и Y.

Такъ, напримѣръ, для опредѣленія X въ нашей задачѣ, центромъ вращенія будетъ точка E, чер. 1336 (текстъ), пересѣченія силъ Y и Z, и тогда мы получимъ уравненіе моментовъ:

$$X \,.\, x - P \,.\, EC + D \,.\, AE = 0,$$

$$\text{откуда } X = \frac{P \,.\, EC - D \,.\, AE}{x}.$$



Чер. 1336 Чер. 1337

Для опредѣленія Y за центръ вращенія слѣдуетъ принять точку A— пересѣченія силъ X и Y и тогда получимъ уравненіе:

$$-Y \,.\, y + P \,.\, AC + Q \,.\, AE = 0,$$

$$\text{откуда } Y = \frac{P \,.\, AC + Q \,.\, AE}{y}.$$

Для опредѣленія Z за центръ вращенія слѣдуетъ принять точку H пересѣченія силъ X и Y и тогда получимъ уравненіе:

$$-Z \,.\, z - Q \,.\, EL - P \,.\, CL + D \,.\, AL = 0,$$

$$\text{откуда } Z = \frac{-Q \,.\, EL - P \,.\, CL + D \,.\, AL}{z}.$$

Считаемъ лишнимъ доказывать, что точно такимъ же образомъ можно опредѣлить напряженіе въ каждой другой полосѣ.

Этотъ способъ можно непосредственно прилагать тогда, когда прямая, разсѣкающая данную полосу, въ то же время разсѣкаетъ не болѣе двухъ другихъ.

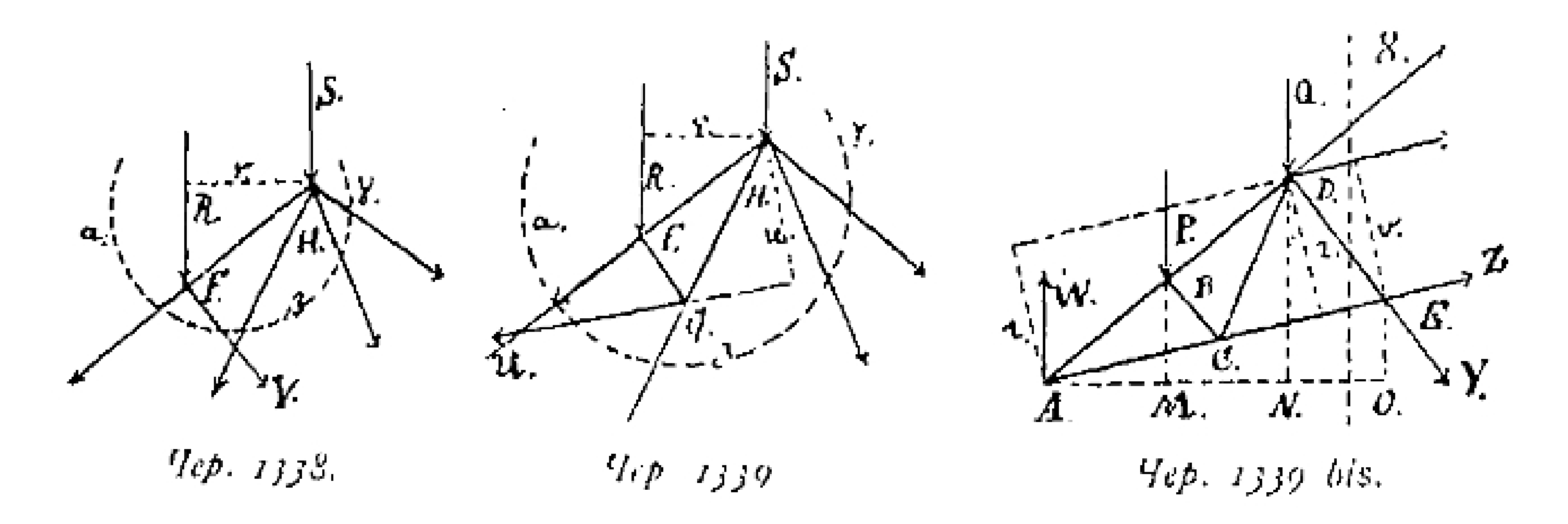
Въ сложныхъ фермахъ, какъ, напримѣръ, въ изображенной на чер. 1337 (текстъ), можетъ оказаться, что нѣкоторыхъ напряженій этимъ способомъ нельзя будетъ опредѣлить, такъ, напримѣръ, нельзя опредѣлить напряженій въ FG, DG, DE, потому что нельзя провести прямой, которая, разсѣкая одну изъ этихъ полосъ, всего разсѣкала бы въ то же время только три полосы фермы. Но и въ этомъ случаѣ можно рѣшить задачу

непосредственно, если только удастся провести такое сѣченіе (оно по произволу можетъ быть криволинейнымъ или прямолинейнымъ), чтобы всѣ пересѣкаемыя полосы, исключая той, напряженіе которой мы опредѣляемъ сходились въ одной точкѣ. Такъ напримѣръ, можно опредѣлить напряженіе V полосы FG, если провести сѣченіе $\alpha\beta\gamma$ и для вырѣзанной части, чер. 1338 (текстъ) составить уравненіе моментовъ, принимая центръ вращенія въ точкѣ H

$$-V\,.\,FH - R\,.\,r = 0,$$

$$\text{откуда: } V = -\frac{Rr}{FH}.$$

Точто такъ же опредѣлится напряженіе U полосы DG, если про-



Чер. 1338. Чер. 1339. Чер. 1339 bis.

вести сѣченіе $\alpha\delta\gamma$ и для вырѣзанной части составить уравненіе моментовъ, принимая за центръ тяжести точку H, чертежъ 1339 (текстъ)

$$U\,.\,u - R\,.\,r = 0,$$

$$\text{откуда: } U = \frac{Rr}{u}.$$

Точно такъ-же можно опредѣлить напряженіе въ KI и LI. Всѣ остальныя полосы могутъ быть разсѣчены прямыми, встрѣчающими, или только три полосы, или четыре, причемъ въ одной изъ нихъ напряженіе можетъ быть опредѣлено предварительно. Въ обоихъ этихъ случаяхъ можетъ быть приложенъ прежній способъ. Такъ напримѣръ, опредѣливъ U, можно получить для напряженій X, Y, Z полосъ DF, DE, $EÇ$ уравненія, чер. 1339 *bis*. (текстъ).

$$X\,.\,DE + U\,.\,v - Q\,.\,NO - P\,.\,MO + W\,.\,AO = 0.$$

(центръ вращенія точка E).

$$Y\,.\,AD + U\,.\,l + Q\,.\,AN + P\,.\,AM = 0.$$

(центръ вращенія точка A).

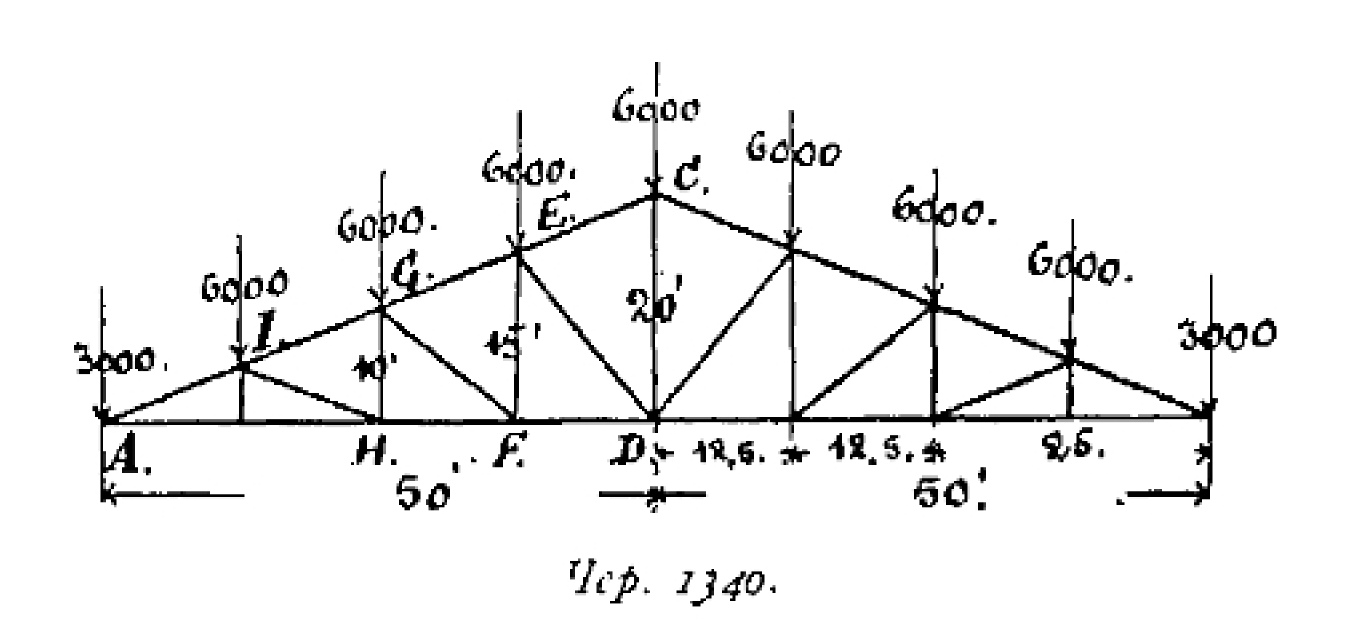
$$-Z\,.\,z + W + AN - P\,.\,MN = 0.$$

(центръ вращенія точка D).

Изъ каждаго изъ этихъ уравненій можно непосредственно опредѣлить входящія въ него неизвѣстныя.

Итакъ, мы видимъ, что преимущества предлагаемаго метода остаются въ полной силѣ и въ случаѣ сложныхъ фермъ, какъ напримѣръ, ту, которую мы сейчасъ разсмотрѣли. Для полной оцѣнки этихъ преимуществъ, слѣдуетъ замѣтить, что только начинающимъ придется для каждаго частнаго разсчета вычерчивать особыя эпюры, напрактиковавшись можно сразу, по главной схемѣ, написать всѣ необходимыя уравненія.

Въ предъидущихъ примѣрахъ мы познакомились съ общимъ характеромъ метода статистическихъ моментовъ; для изученія всѣхъ встрѣчающихся въ практикѣ случаевъ лучше всего обратиться къ помощи численныхъ примѣровъ. Для уясненія послѣдующихъ вычисленій достаточно будетъ въ каждомъ частномъ случаѣ указать на конструкцію всего сооруженія и вычислить съ полной подробностью только тѣ части фермъ, ко-



Чер. 1340.

торыя служатъ характеристичными представителями всѣхъ остальныхъ; что же касается этихъ послѣднихъ, то для нихъ мы составимъ только главныя уравненія моментовъ.

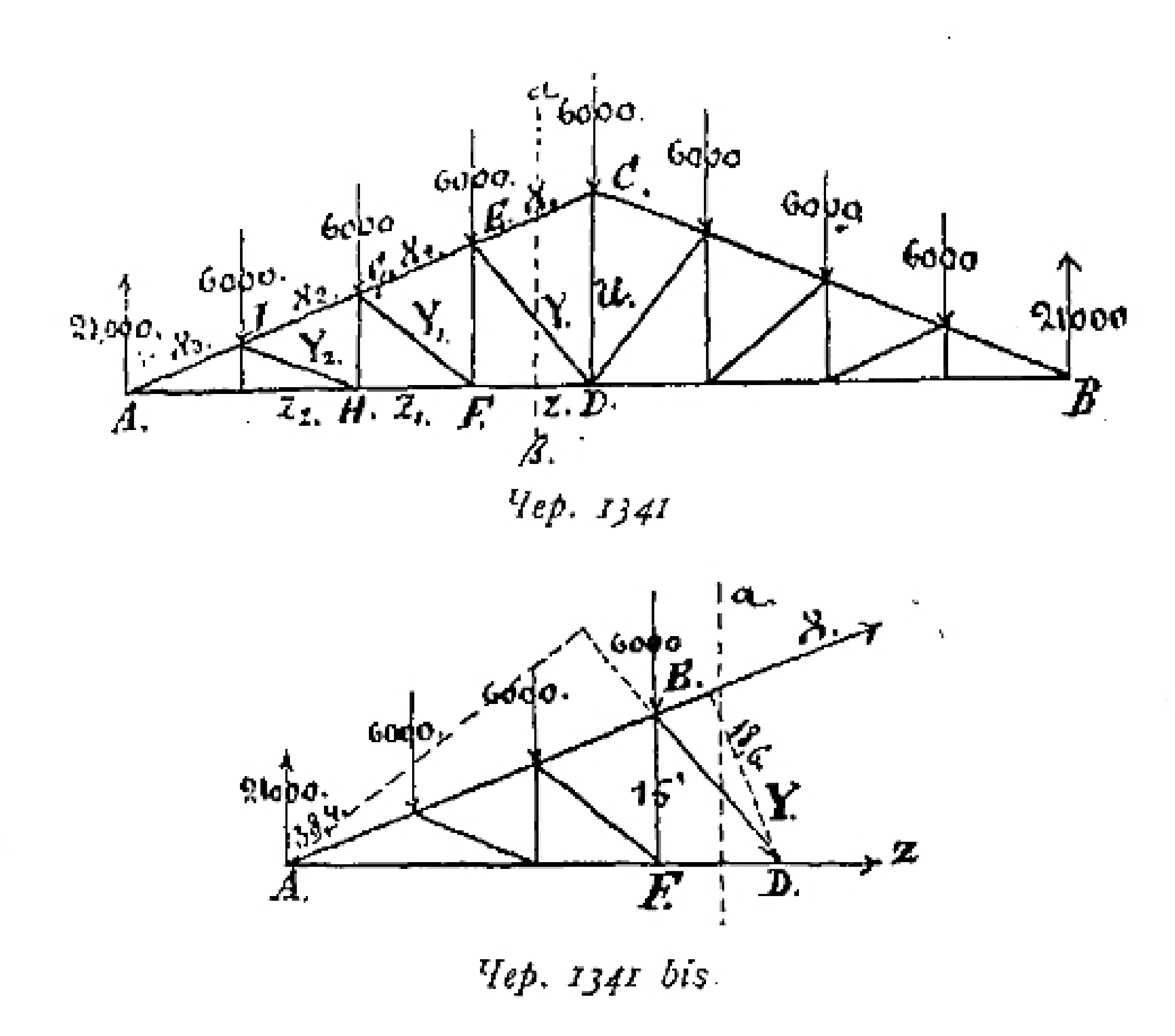
Хотя мы имѣемъ право ставить знакъ + безразлично предъ моментами вращающими вправо, или предъ моментами вращающими влѣво, но, для избѣжанія недоразумѣній, лучше придерживаться извѣстнаго правила; а потому во всѣхъ послѣдующихъ примѣрахъ мы будемъ ставить + *предъ моментами вращающими вправо и — предъ моментами вращающими влѣво.*

Условимся еще насчетъ направленій силъ, выражающихъ напряженія полосъ. Въ началѣ каждаго разсчета мы предварительно допустимъ, что сила, приложенная къ раскосу въ произведенномъ сѣченіи и замѣняющая собой дѣйствіе отдаленной части фермы, направлена въ сторону этой послѣдней (такъ мы пуступали во всѣхъ предъидущихъ примѣрахъ), и если въ концѣ вычисленія окажется, что предъ этими силами стоитъ знакъ +, то это покажетъ, что найденная сила есть *вытягиваніе*, если —, то — *сжатіе*,

b) *Примѣръ I. Стропила отверстіемъ въ 100 футовъ.* (Экзерцира гаузъ въ казармѣ на Вельфовой площади въ Ганноверѣ) чер. 1340 (текстъ).

На квадратный футъ плана этой крыши приходится 11,3 фунта собственнаго вѣса и 20 фунтовъ давленія отъ вѣтра и снѣга. Такимъ образомъ полная нагрузка на 1 квадратный футъ плана крыши составляетъ 31,3 ф.

Разстояніе между фермами $= 15^1/_3$ фута, пролетъ $= 100$ футамъ, такъ что на каждую ферму приходится $15^1/_3 \times 100$ квадратныхъ футовъ плана, или $15^1/_3 \times 100 \times 31,3$ фунтовъ нагрузки — примемъ круглымъ числомъ 48000 ф. Изъ чертежа видно, что на каждую панель приходится 6000 фунтовъ, если допустить, что они распредѣлятся поровну на два смеж-



Чер. 1341

Чер. 1341 bis

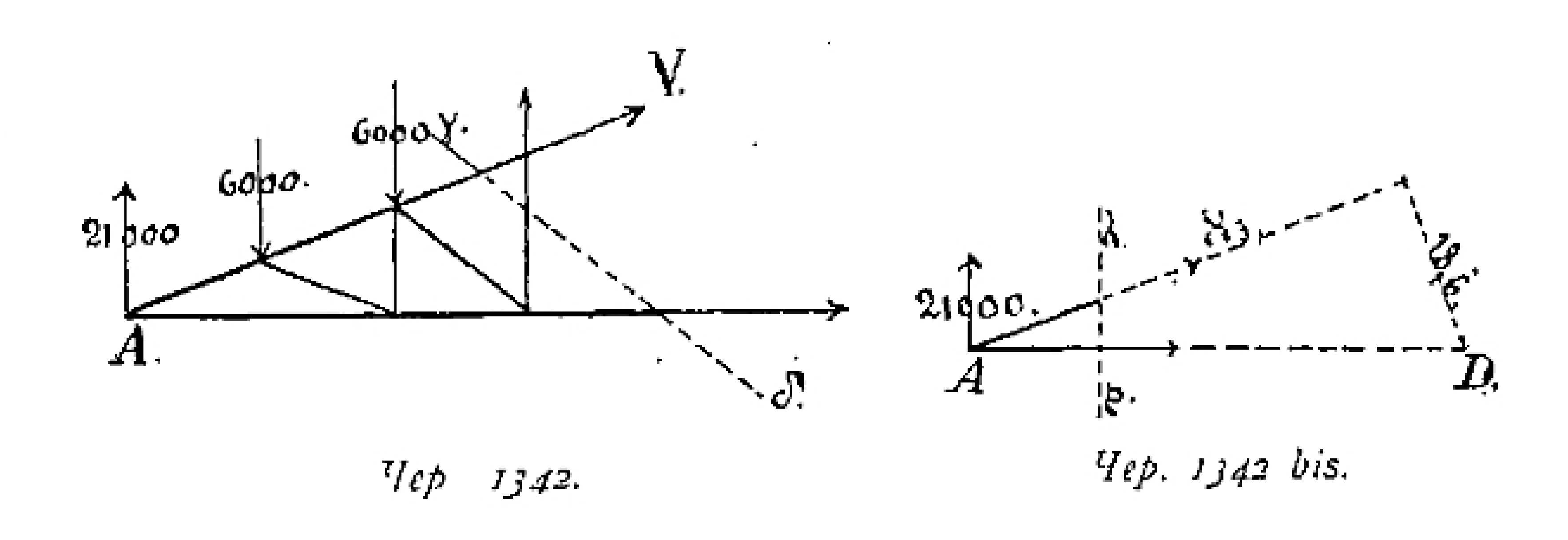
ные узла, то на каждый изъ промежуточныхъ между опорами узловъ придется по 6000 фунтовъ, а на опорные—по 3000; эти 3000 ф., дѣйствуя непосредственно на опору, не будутъ имѣть никакого вліянія на ферму. Каждая опора испытываетъ давленіе въ 2400 фунтовъ: но для того, чтобы получить ея противодѣйствіе на ферму снизу вверхъ, слѣдуетъ изъ этого числа вычесть давленіе въ 3000 ф., передаваемое па опору непосредственно, помимо фермы; такимъ образомъ мы получимъ 21000 фунтовъ.

Итакъ, на ферму, вообще говоря, дѣйствуютъ девять внѣшнихъ силъ: изъ нихъ 7, каждая въ 6000 фунтовъ, приложены къ промежуточнымъ узламъ и направлены вертикально внизъ, и двѣ въ 21000 фунтовъ каждая, приложены къ опорнымъ узламъ и направлены вертикально вверхъ.

Опредѣлимъ сперва напряженіе полосъ средней панели, чер. 1341 (текстъ); для этого раздѣлимъ всю ферму сѣченіемъ $\alpha\beta$ на двѣ части: одну изъ нихъ правую устранимъ, а для поддержанія равновѣсія въ лѣвой, чер. 1241 bis. (текстъ) приложимъ въ точкахъ, гдѣ полосы разсѣчены прямой $\alpha\beta$, силы X, Y, Z; затѣмъ примемъ эту часть фермы за рычагъ съ неподвижнымъ центромъ вращенія въ точкѣ D и для отысканія X составимъ слѣдующее ураненіе моментовъ:

$$0 = X \cdot 18{,}6 + 21000 \cdot 50 - 6000 \cdot 12{,}5 - 6000 \cdot 25 - 6000 \cdot 37{,}5,$$

откуда $$X = -32{,}3000 \text{ ф.}$$



Чер 1342. Чер. 1342 bis.

Для опредѣленія Y примемъ за центръ вращенія точку A пересѣченія направленій силъ X и Z, тогда уравненіе моментовъ будетъ:

$$0 = Y \cdot 38{,}4 + 6000 \cdot 12{,}5 + 6000 \cdot 25 + 6000 \cdot 37{,}5,$$

откуда $$Y = -11700 \text{ ф.}$$

Для опредѣленія Z слѣдуетъ предположить вращеніе около E.

$$0 = -Z \cdot 15 + 21000 \cdot 37{,}5 - 6000 \cdot 12{,}5 - 6000 \cdot 25$$
$$Z = +37500 \text{ ф.}$$

Для опредѣленія напряженія вертикальнаго раскоса V слѣдуетъ провести наклонное сѣченіе $\lambda\gamma$ и принять центръ вращенія въ A, тогда получимъ уравненіе моментовъ;

$$0 = -V \cdot 37{,}5 + 6000 \cdot 12{,}5 + 6000 \cdot 25,$$

откуда: $V = +6000$ ф. чер. 1342 (текстъ).

Для частей фермы, расположенныхъ совершенно такимъ же образомъ, найдемъ слѣдующія уравненія:

$$0 = X_1 \cdot 13{,}9 + 21000 \cdot 37{,}5 - 6000 \cdot 12{,}5 - 6000 \cdot 25 \text{ (центръ вращенія } F\text{)}$$
$$X_1 = -40400 \text{ фунт.}$$

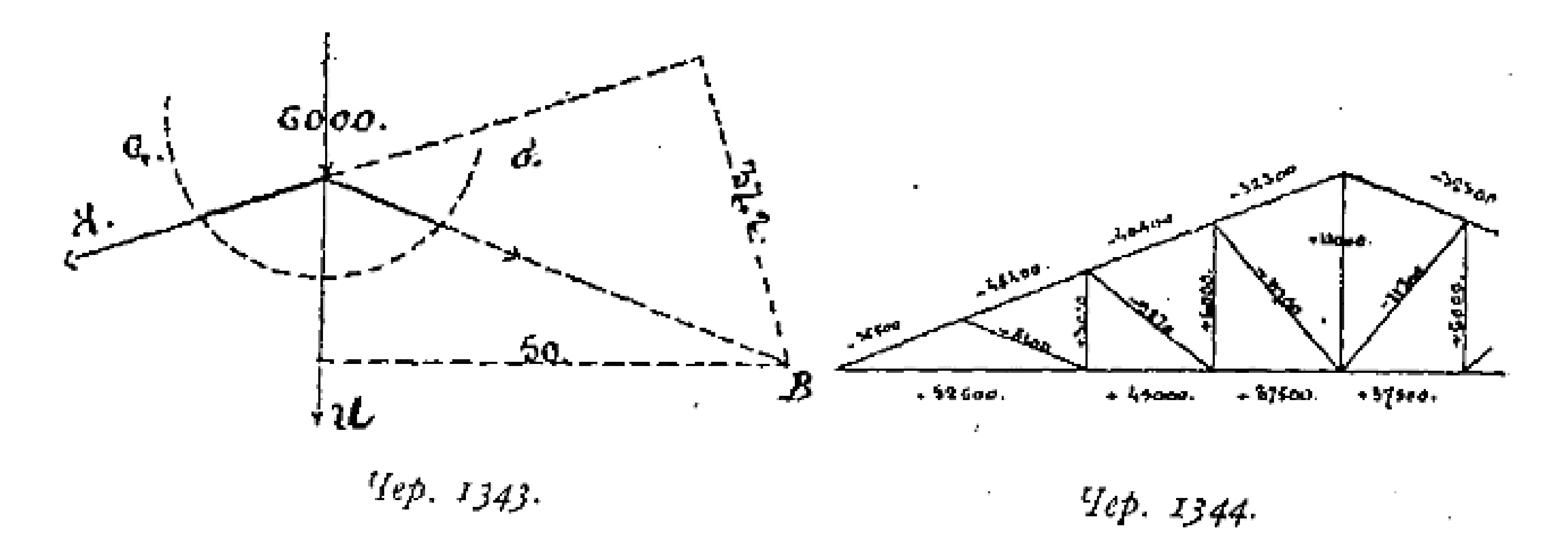
$$0 = Y_1 \cdot 23{,}5 + 6000 \cdot 12{,}5 + 6000 \cdot 25 \text{ (центръ вращенія } A\text{)}$$
$$Y_1 = -9570 \text{ фунт.}$$

$$0 = -Z \cdot 10 + 21000 \cdot 25 - 6000 \cdot 12{,}5 \text{ (центръ вращенія } G\text{)}$$
$$Z_1 = +45000 \text{ фут.}$$

$$0 = -V_1 \cdot 25 + 6000 \cdot 12{,}5 \text{ (центръ вращенія } A)$$
$$V_1 = +3000 \text{ фунт.}$$
$$0 = X_2 \cdot 9{,}3 + 21000 \cdot 25 - 6000 \cdot 12{,}5 \text{ (центръ вращенія } H)$$
$$X_2 = -48400 \text{ фунт.}$$
$$0 = Y_2 \cdot 9{,}3 + 6000 \cdot 12{,}5 \text{ (центръ вращенія } A)$$
$$Y_2 = -81000 \text{ фут.}$$
$$0 = -Z_2 \cdot 5 + 21000 \cdot 12{,}5 \text{ (центръ вращенія } I)$$
$$Z_2 = +52500 \text{ фунт.}$$

Для опредѣленія послѣдняго напряженія X_3 слѣдуетъ провести сѣченіе $\gamma\mu$, которое, въ видѣ исключенія, пересѣкаетъ только двѣ полосы.

Въ этомъ случаѣ, за центръ вращенія можетъ быть принята произ-



Чер. 1343.

Чер. 1344.

вольная точка по направленію напряженія Z_2, напримѣръ, D чер. 1342 bis (текстъ) тогда:

$$0 = X_3 \cdot 18{,}6 + 21000 \cdot 50$$
$$X_3 = -56500$$

Единственное напряженіе, котораго нельзя найти *непосредственно* по предъидущему способу, это — U, въ средней вертикальной полосѣ; для опредѣленія его нужно предварительно знать напряженіе одной изъ смежныхъ полосъ, напр. X (мы его уже опредѣлили: $X = -32300$ фунт.). Теперь проведемъ сѣченіе $\rho\sigma$, чер. 1343 (текстъ) примемъ за центръ вращенія точку B и составимъ уравненіе моментовъ:

$$0 = -U \cdot 50 - 6000 \cdot 50\ (-32300) \cdot 37{,}2.$$
$$\text{откуда } U = +18000 \text{ фунтовъ.}$$

Для наглядности результаты вышеприведенныхъ выставлены на чер. 1344 (текстъ).

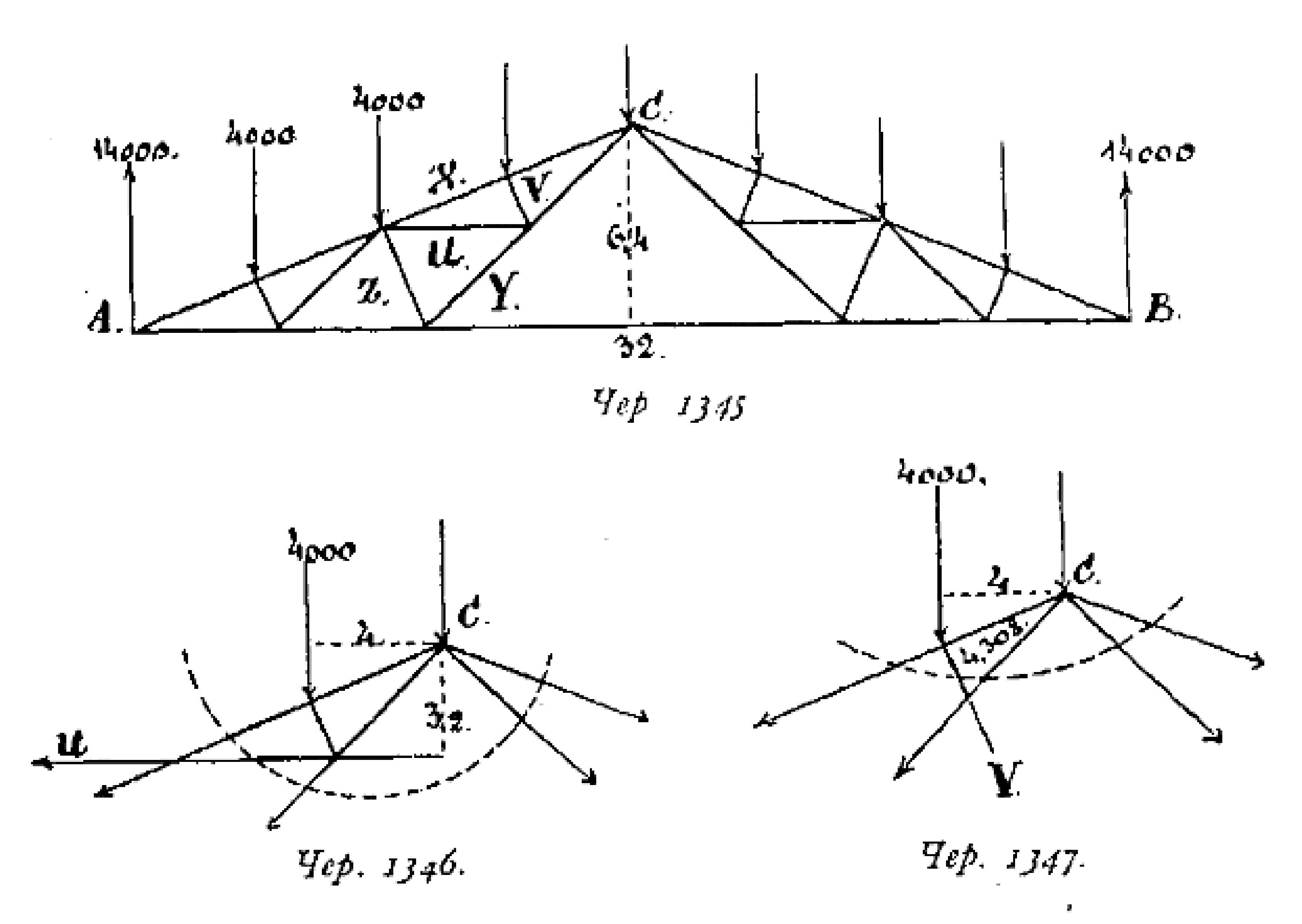
c) *Примѣръ II. Стропильная ферма отверстіемъ въ 32 метра.*

За полную нагрузку стропильной фермы, изображенной на чер. 1345 (текстъ) принять вѣсъ въ 32000 килограм., распредѣленный равномѣрно по длинѣ фермы. Такъ какъ отверстіе стропилъ равно 32 метр., то на

погонный метръ приходится 1000 килогр. Здѣсь узловыхъ точекъ 9 и мы найдемъ (совершенно также какъ и въ предъидущемъ случаѣ), что на каждый среднiй узелъ приходится нагрузка въ 4000 килогр. и что давленiе опоръ на ферму снизу вверхъ равны каждая 14000 килогр.

Способъ, употребленный въ предъидущемъ примѣрѣ, не привелъ бы непосредственно къ цѣли, если бы мы пожелали по немъ опредѣлить напряженiя, обозначенныя на чертежѣ 1345 (текстъ) буквами **X**, **Y**, **Z**, **U**, **V**, а потому здѣсь будетъ примѣненъ способъ, указанный выше.

Для опредѣленiя *V* слѣдуетъ вырѣзать изъ всей фермы часть, пред-



Чер. 1345

Чер. 1346.

Чер. 1347.

ставленную отдѣльно па чер. 1346 (текстъ) и составить уравненiе моментовъ для вращенiя около C;

$$0 = - V \cdot 4{,}308 - 4000 \cdot 4,$$

$$\text{откуда: } V = - 3714 \text{ килогр.}$$

Точно такъ-же можно найти *U*; для этого слѣдуетъ составить для части, представленной на чер. 1347 (текстъ) уравненiе моментовъ относительно вращенiя около C, а именно:

$$0 = U \cdot 3{,}2 - 4000 \cdot 4.$$

$$\text{откуда: } U = + 5000 \text{ килогр.}$$

Зная *U* можно опредѣлить **X**; для этого составимъ уравненiе моментовъ при вращенiи части фермы, представленной на чер. 1348 (текстъ), около ***E***:

$$o = X \cdot 3{,}4465 + 14000 \cdot 9{,}28 - 4000\,(1{,}28 + 5{,}28) + 5000 \cdot 3{,}2,$$

гдѣ вмѣсто U подставлена его численная величина, 5000 кил.

$$X = -34725 \text{ килогр.}$$

точно также найдемъ напряженіе Y: для этого за центръ вращенія примемъ точку A и составимъ уравненіе моментовъ:

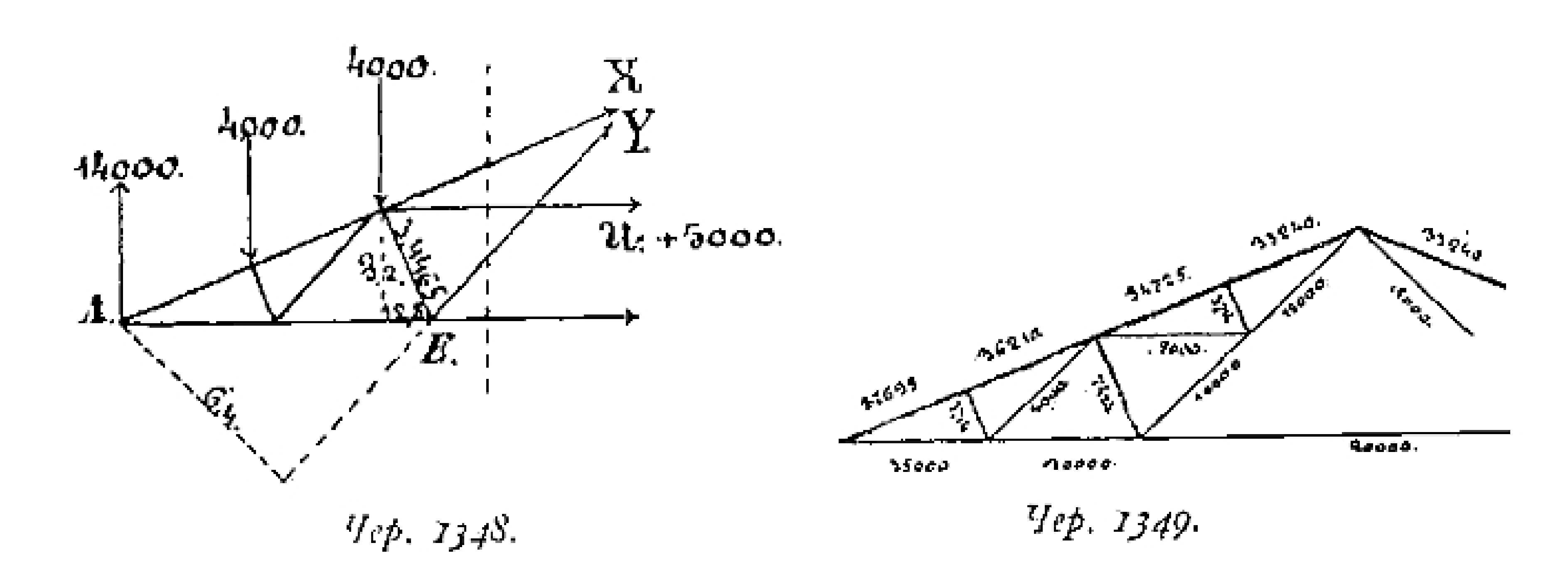
$$o = -Y \cdot 6{,}4 + 4000\,(4 + 8) + 5000 \cdot 3{,}2,$$

откуда: $Y = +10000$ килогр.

Для опредѣленія Z — чер. 1345 (текстъ) слѣдуетъ провести сѣченіе слѣва отъ точки E и наклонно, а затѣмъ составить для опредѣленной части уравненіе моментовъ относительно центра вращенія A:

$$O = Z \cdot 8{,}616 + 4000\,(4 + 8) + 5000 \cdot 3{,}2,$$

откуда: $Z = -7428$ килогр.



Чер. 1348. Чер. 1349.

Каждая изъ остальныхъ девяти полосъ лѣвой половины фермы можетъ быть разсѣчена прямой, встрѣчающей одновременно не болѣе трехъ полосъ, а потому къ нимъ можетъ быть приложенъ способъ, примѣненный въ предъидущемъ примѣрѣ.

Результаты вычисленій надписаны на схемѣ. На чертежѣ пропущены передъ числами знаки + и —, пестрящіе его, а для большей наглядности сжатыя полосы обозначены двойной чертой въ отличіе отъ вытянутыхъ, обозначенныхъ простой чертой, чер. 1349 (текстъ).

d) *Серповидная ферма простой діагональной системы пролетомъ въ 208 футъ.* (Стропила въ залѣ центральной станціи желѣзной дороги въ Бирмингамѣ).

На чер. 1350 (текстъ) за единицу длины приняты 16 футъ, а потому, для полученія всѣхъ размѣровъ этой фермы, слѣдуетъ умножить выставленные размѣры на 16, такъ что длина пролета равна

$$2 \cdot 6{,}5 \cdot 16 = 208 \text{ фут.}$$

стрѣла подъема верхней дуги равна

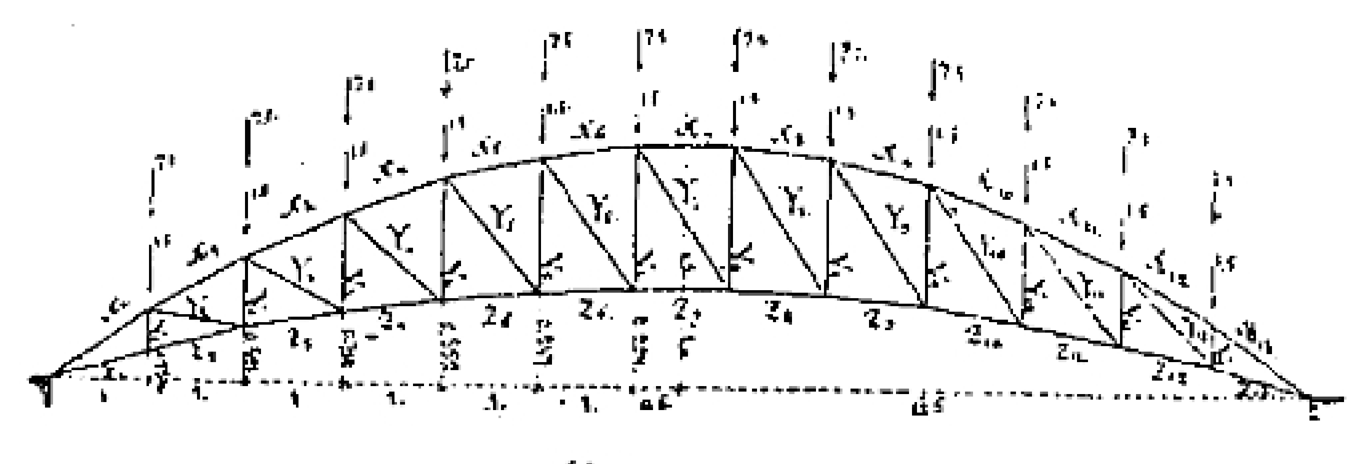
$$(1 + 1{,}5) \cdot 16 = 40 \text{ фут.}$$

стрѣла подъема нижней дуги равна

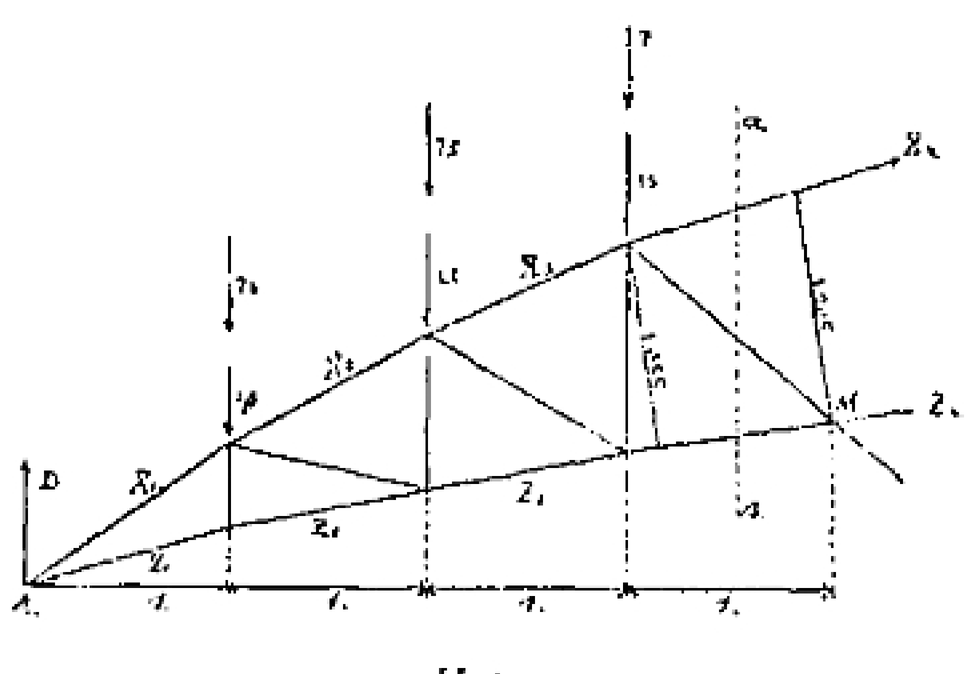
$$1 \cdot 16 = 16 \text{ футъ},$$

ординаты верхней дуги вдвое больше ординатъ нижней.

Нагрузка на квадратный футъ плана кровли (считая тутъ и давленіе отъ вѣтра и снѣга) равна 40 фунтамъ. Разстояніе между фермами = 24 футамъ, такъ что на каждую изъ нихъ приходится 208 . 24 = 4992 квадратныхъ фута площади плана, или 208 . 24 . 40 = 199680 фунтовъ нагрузки, а на каждую изъ панелей $\frac{199680}{13} = 15360$ фунтовъ или круглымъ числомъ 7,9 тоннъ.



Чер. 1350.



Чер. 1351.

Собственный вѣсъ фермы, опредѣленный по даннымъ размѣрамъ ея полосъ, составляетъ приблизительно 1,5 тонны на панель.

Въ оконечныхъ панеляхъ половина нагрузки передается на опоры *непосредственно*, такъ что на каждую изъ 12-ти промежуточныхъ стоекъ приходится:

1,5 тонны постоянной нагрузки,

и 7,5 тонны временной нагрузки.

Разсчетъ напряженій X и Z въ частяхъ верхней и нижней дугъ. Отдѣлимъ сѣченіемъ $\alpha\beta$ часть фермы, чер. 1351 (текстъ) отъ остальной части сооруженія и примемъ за центръ вращенія разъ точку M и разъ точку N, тогда мы получимъ слѣдующія два уравненія моментовъ;

$$O = X_4 \cdot 1{,}205 + D \cdot 4 - 1{,}5 \cdot (1 + 2 + 3) - 7{,}5\ (1 + 2 + 3),$$
$$O = -Z_4 \cdot 1{,}055 + D \cdot 3 - 1{,}5 \cdot (1 + 2) - 7{,}5\ (1 + 2).$$

Подставляя сюда вмѣсто D его значенiе

$$D = 1{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^{12}/_{13}) + 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} \ldots ^{12}/_{13}),$$

и располагая члены правой части равенства такъ, какъ было объяснено выше, т. е. соединяя въ одинъ члены зависящiе отъ одной и той-же нагрузки, получимъ:

$$O = X_4 \cdot 1{,}205$$
$$+ 1{,}5\ [(^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^9/_{13})\ 4 + (^{10}/_{13} \cdot 4 - 1) + (^{11}/_{13} \cdot 4 - 2) + (^{12}/_{13} \cdot 4 - 3)]$$
$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} \ldots ^9/_{13})\ 4$$
$$+ 7{,}5\ [(^{10}/_{13} \cdot 4 - 1) + ^{11}/_{13} \cdot 4 - 2) + (^{12}/_{13} \cdot 4 - 3)]$$
$$O = -Z_4 \cdot 1{,}055$$
$$+ 1{,}5\ [(^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^{10}/_{13})\ 3 + \cdot ^{11}/_{13} \cdot 3 - 1) + (^{12}/_{13} \cdot 3 - 2)]$$
$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^{10}/_{13})\ 3$$
$$+ 7{,}5\ [(^{11}/_{13} \cdot 3 - 1) + (^{12}/_{13} \cdot 3 - 2)].$$

Изъ этихъ уравненiй сразу видно, что всѣ члены, умноженные на 7,5 имѣютъ знакъ $+$, т. е., что X_4 и Z_4 испытываютъ наибольшiя напряженiя при полной нагрузкѣ фермы, а поэтому слѣдуетъ прямо рѣшить эти уравненiя и мы получимъ:

$$X_4\ (min.) = -134{,}4 \text{ тонны}$$
$$Z_4\ (max.) = +128{,}0 \text{ тоннъ}.$$

Убѣдившись такимъ образомъ, что какъ въ этой, такъ и въ остальныхъ панеляхъ наибольшiя напряженiя X и Z соотвѣтствуютъ полной нагрузкѣ, можно, подставивъ въ прежнiя уравненiя вмѣсто D его численное значенiе

$$D = \frac{(1{,}5 + 7{,}5)\ 12}{2} = 54,$$

дать имъ упрощенный видъ

$$0 = X_4 \cdot 1{,}205 + 54 \cdot 4 - 9\ (1 + 2 + 3)$$
$$0 = -Z_4 \cdot 1{,}055 + 54 \cdot 3 - 9\ (1 + 2).$$

Такъ какъ это уравненiе гораздо проще прежняго, то по немъ вычислены всѣ прочiя величины X и Z, а именно:

$$0 = X_1 \cdot 0{,}347 + 54 \cdot 1$$
$$X_1\ (min.) = -155{,}6 \text{ т.}$$
$$0 = -Z_1 \cdot 0{,}41 + 54 \cdot 1$$
$$Z_1\ (max.) = +131{,}7 \text{ т.}$$
$$0 = X_2 \cdot 0{,}672 + 54 \cdot 2 - 9 \cdot 1$$
$$X_2\ (min.) = -147{,}3 \text{ т.}$$

$$0 = -Z_2 \cdot 0{,}415 + 54 \cdot 1$$
$$Z_2\ (max.) = +130{,}2 \text{ т.}$$
$$0 = X_3 \cdot 0{,}963 + 54 \cdot 3 - 9\ (1 + 2)$$
$$X_3\ (min.) = -140{,}2 \text{ т.}$$
$$0 = -Z_3 \cdot 0{,}767 + 54 \cdot 2 - 9 \cdot 1$$
$$Z_3\ (max.) = +129{,}1 \text{ т.}$$

$$0 = X_5 \cdot 1{,}382 + 54 \cdot 5 - 9\ (1 + 2 + 3 + 4).$$
$$X_5\ (min.) = -130{,}2 \text{ т.}$$
$$0 = -Z_5 \cdot 1{,}272 + 54 \cdot 4 - 9\ (1 + 2 + 3)$$
$$Z_5\ (max.) = +127{,}3 \text{ т.}$$

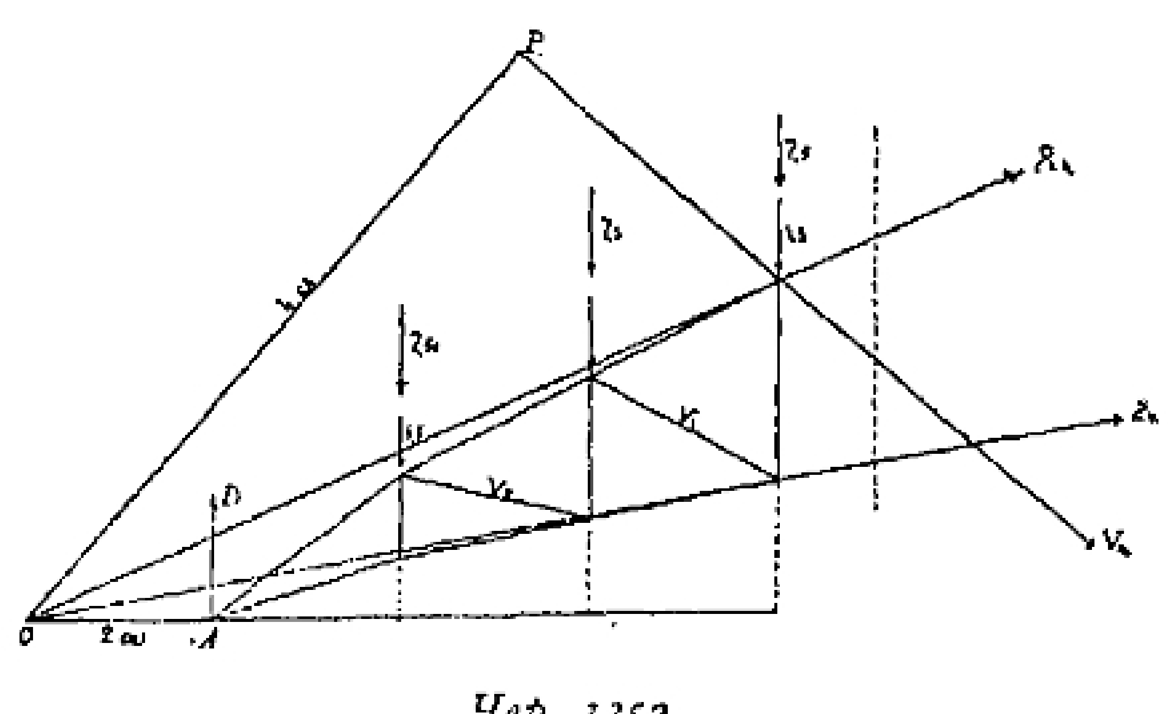
$$0 = X_6 \cdot 1{,}481 + 54 \cdot 6 - 9\ (1 + 2 + 3 + 4 + 5)$$
$$X_6\ (min.) = -\ 127{,}6\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_6 \cdot 1{,}419 + 54 \cdot 5 - 9\ (1 + 2 + 3 + 4)$$
$$Z_6\ (max.) = +\ 126{,}9\ \text{т.}$$
$$0 = X_7 \cdot 1{,}491 + 54 \cdot 7 - 9\ (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)$$
$$X_7\ (min.) = -\ 126{,}7\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_7 \cdot 1{,}491 + 54 \cdot 6 - 9\ (1 + 2 + 3 + 4 + 5)$$
$$Z_7\ (max.) = +\ 126{,}7\ \text{т.}$$
$$0 = X_8 \cdot 1{,}41 + 54 \cdot 8 - 9\ (1 + 2 + \ldots\ldots 7)$$
$$X_8\ (min.) = -\ 127{,}6\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_8 \cdot 1{,}489 + 54 \cdot 7 - 9\ (1 + 2 + \ldots 6)$$
$$Z_8\ (max.) = +\ 126{,}9\ \text{т.}$$
$$0 = X_9 \cdot 1{,}244 + 54 \cdot 9 - 9\ (1 + 2\ \ldots 8)$$
$$X_9\ (min.) = -\ 130{,}2\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_9 \cdot 1{,}414 + 54 \cdot 8 - 9\ (1 + 2 + \ldots 7)$$
$$Z_9\ (max.) = +\ 127{,}3\ \text{т.}$$
$$0 = X_{10} \cdot 1{,}004 + 54 \cdot 10 - 9\ (1 + 2 + \ldots 9)$$
$$X_{10}\ (min.) = -\ 134{,}4\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_{10} \cdot 1{,}265 + 54 \cdot 9 - 9\ (1 + 2 + \ldots 8)$$
$$Z_{10}\ (max.) = +\ 128{,}0\ \text{т.}$$
$$0 = X_{11} \cdot 0{,}706 + 54 \cdot 11 - 9\ (1 + 2 + \ldots 10)$$
$$X_{11}\ (min.) = -\ 140{,}2\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_{11} \cdot 1{,}046 + 54 \cdot 10 - 9\ (1 + 2 + \ldots 9)$$
$$Z_{11}\ (max.) = +\ 120{,}1\ \text{т.}$$
$$0 = X_{12} \cdot 0{,}367 + 54 \cdot 12 - 9\ (1 + 2 + \ldots 11)$$
$$X_{12}\ (min.) = -\ 147{,}3\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_{12} \cdot 0{,}76 + 54 \cdot 11 - 9\ (1 + 2 + \ldots 10)$$
$$Z_{12}\ (max.) = +\ 130{,}2\ \text{т.}$$
$$0 = X_{13} \cdot 0{,}347 + 54 \cdot 12 - 9\ (1 + 2 + \ldots 11)$$
$$X_{13}\ (min.) = -\ 155{,}6\ \text{т.}$$
$$0 = -\ Z_{13} \cdot 0{,}41 + 54 \cdot 12 - 9\ (1 + 2 + \ldots 11)$$
$$Z_{13}\ (max.) = +\ 131{,}7\ \text{т.}$$

Изъ результатовъ вышеприведеннаго вычисленія видно, что напряженія симметрически расположенныхъ частей обѣихъ половинъ дугъ одинаковы. Такъ какъ панели правой половины фермы отличаются отъ панелей лѣвой только тѣмъ, что раскосы въ первыхъ восходятъ по направленіямъ противоположнымъ вторымъ, то изъ этого слѣдуетъ, что наибольшія напряженія въ дугахъ не зависятъ отъ направленій раскосовъ, а потому при разсчетѣ напряженій въ какой-нибудь части дуги можно принимать за центръ вращенія правый или лѣвый узелъ панели, т. е. точку, лежащую *на* направленіи раскоса, или *внѣ* его; а это возможно только въ томъ случаѣ, когда напряженіе раскоса равно нулю, такъ какъ, въ противномъ случаѣ, при перемѣщеніи центра вращенія въ уравненіе вошелъ-бы новый моментъ, который измѣнилъ бы результатъ. Изъ этого слѣдуетъ, что при полной нагрузкѣ всѣ діагонали напряжены.

Найденное такимъ эмпирическимъ путемъ свойство раскосовъ подтвердится непосредственно при разсчетѣ напряженій въ діагоналяхъ.

Разсчетъ напряженій Y_4 въ діагоналяхъ. Для опредѣленія Y_4 составимъ уравненіе моментовъ для части фермы, чер. 1352 (текстъ), предполагая, что центръ вращенія есть точка *o* пересѣченія направленій X_4 и Z_4. При помощи построенія мы найдемъ, что точка эта находится влѣво на разстояніи 2 отъ точки *A* и что плечо Y_4 относительно центра вращенія *o* равно 4,68; откуда получимъ уравненіе:

$$0 = Y_4 \cdot 4{,}68 - D \cdot 2 + 1{,}5\,[(3+2)+(2+2)+(1+2)]$$
$$+ 7{,}5\,[(3+2)+(2+2)+(1+2)].$$



Чер. 1352.

Подставляя сюда вмѣсто D его величину

$$D = 1{,}5\,(^1/_{13} + {}^2/_{13} + \ldots {}^{12}/_{13}) + 7{,}5\,(^1/_{13} + {}^2/_{13} + \ldots {}^{12}/_{13}),$$

и соединяя въ одинъ — члены, зависящіе отъ однѣхъ и тѣхъ-же нагрузокъ, получимъ:

$$0 = Y_4 \cdot 4{,}68 + 1{,}5\,\Big\{[3 + 2\,(1 - {}^{10}/_{13})] + [2 + 2\,(1 - {}^{11}/_{13})]$$
$$+ [1 + 2\,(1 - {}^{12}/_{13})] - (^1/_{13} + {}^2/_{13} + \ldots {}^9/_{13})\,2\Big\}$$
$$+ 7{,}5\,\Big\{[3 + 2\,(1 - {}^{10}/_{13})] + [2 + 2\,(1 - {}^{11}/_{13})] + [1 + 2\,(1 - {}^{12}/_{13})]\Big\}$$
$$- 7{,}5\,(^1/_{13} + {}^2/_{13} + \ldots 2)$$

или, послѣ приведенія членовъ, зависящихъ отъ однѣхъ и тѣхъ же нагрузокъ:

$$0 = Y_4 \cdot 4{,}68 - 1{,}5\,[(^1/_{13} + \ldots {}^9/_{13})\,2 - (3+2+1)\,1 + {}^2/_{13})]$$
$$= 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^9/_{13})\,2 + 7{,}5\,(3+2+1)\,(1 + {}^2/_{13}).$$

Если сдѣлать приведеніе членовъ, умноженныхъ на 1,5, то получимъ нуль, т. е. подтвержденіе найденнаго выше, при разсчетѣ напряженій въ дугахъ, закона, что равномѣрно распредѣленный на длину фермы грузъ,

какъ, напр. собственный вѣсъ фермы, не вызываетъ въ діагоналяхъ никакихъ напряженій, а потому послѣднее уравненіе можетъ быть приведено къ болѣе простому виду:

$$0 = Y_4 \cdot 4{,}68 - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^9/_{13})\,2 + 7{,}5\,(3 + 2 + 1)\,(1 + {}^2/_{13}).$$

Соображаясь съ правиломъ, слѣдуетъ разъ отбросить положительные и разъ отрицательные члены, и тогда получимъ:

$$Y_4 \begin{cases} (max.) = + 11{,}1 \text{ т.} \\ (min.) = - 11{,}1 \text{ т.} \end{cases}$$

Равенство абсолютно взятыхъ величинъ Y_4 снова подтверждаетъ законъ, что, удерживая какъ положительные, такъ и отрицательные члены, т. е., предполагая *полную* нагрузку фермы, получимъ для Y_4 нуль.

Подобнымъ-же образомъ вычислены напряженія остальныхъ діагоналей, но для избѣжанія сложности разсчета всѣмъ уравненіямъ приданъ послѣдній, упрощенный видъ, т. е. сразу пропущены члены, зависящіе отъ постоянной нагрузки.

$$0 = Y_2 \cdot 0{,}92 - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^{11}/_{13})\,0{,}2 + 7{,}5\left(1 + \frac{0{,}2}{13}\right)$$

$$Y_2 \begin{cases} (max.) = + 8{,}3 \text{ т.} \\ (min.) = - 8{,}3 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = Y_3 \cdot 2{,}52 - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^{10}/_{13})\,0{,}75 + 7{,}5\,(2 + 1)\left(1 + \frac{0{,}75}{13}\right)$$

$$Y_3 \begin{cases} (max.) = + 9{,}5 \text{ т.} \\ (min.) = - 9{,}5 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = Y_5 \cdot 8{,}3 - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^8/_{13})\,5 + 7{,}5\,(4 + 3 + 2 + 1)\left(1 + \frac{5}{13}\right)$$

$$Y_5 \begin{cases} (max.) = + 12{,}6 \text{ т.} \\ (min.) = - 12{,}6 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = Y_6 \cdot 17{,}6 - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^7/_{13})\,15 + 7{,}5\,(5 + 4 + 3 + 2 + 1)\left(1 + \frac{15}{13}\right)$$

$$Y_6 \begin{cases} (max.) = + 13{,}8 \text{ т.} \\ (min.) = - 13{,}8 \text{ т.} \end{cases}$$

Для діагонали средней панели центръ вращенія находится въ безконечности. Sinus угла, составляемаго діагональю съ горизонтомъ $= 0{,}831$, а потому для Y_7 получаемъ уравненіе:

$$0 = Y_7 \cdot 0{,}831 \cdot \infty - 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots {}^6/_{13})\,\infty + 7{,}5\,(6 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1)\left(1 + \frac{\infty}{13}\right)$$

или, такъ какъ конечная величина безконечно мала сравнительно съ безконечностью, то:

$$0 = Y_7 \,.\, 0{,}831\, \infty - 7{,}5\ (^1/_{13} + \ldots ^6/_{13})\, \infty + 7{,}5\ (6+5+4+3+2+1)\, \frac{\infty}{13}$$

или сокращения на ∞:

$$0 = Y_7 \,.\, 0{,}831 - 7{,}5\ (^1/_{13} + \ldots ^6/_{13}) + 7{,}5\ (6 + \ldots 1)\ ^1/_{13}$$

$$Y_7 \begin{cases} (\text{max.}) = +\,14{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,14{,}6 \text{ т.} \end{cases}$$

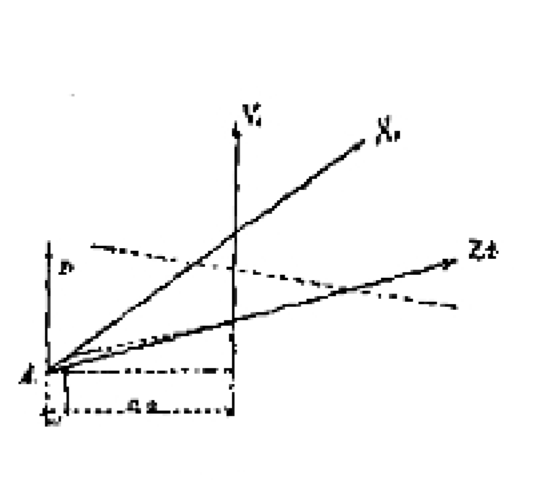
Для всѣхъ слѣдующихъ уравненій центры вращеній переходятъ на другую сторону и потому всѣ моменты перемѣняютъ знакъ:

$$0 = -\,Y_8 \,.\, 16{,}1 + 7{,}5\ (^1/_{13} + \ldots ^5/_{13})\ 28 - 7{,}5\ (7 + \ldots 1) \left(\frac{28}{13} - 1 \right)$$

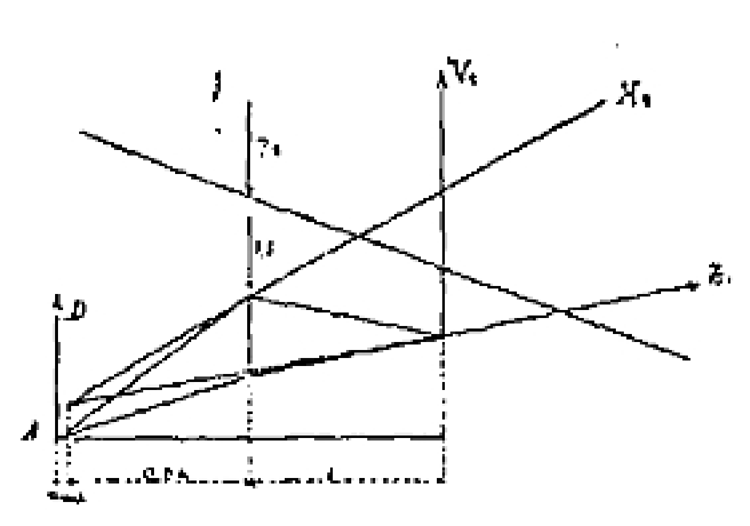
$$Y_8 \begin{cases} (\text{max.}) = +\,15{,}0 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,15{,}0 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = -\,Y_9 \,.\, 7{,}1 + 7{,}5\ (^1/_{13} \ldots ^4/_{13})\ 18 - 7{,}5\ (8 + \ldots 1) \left(\frac{18}{13} - 1 \right)$$

$$Y_9 \begin{cases} (\text{max.}) = +\,14{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,14{,}6 \text{ т.} \end{cases}$$



Чер. 1353.



Чер. 1354.

$$0 = -\,Y_{10} \,.\, 3{,}68 + 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} + ^3/_{13})\ 15 - 7{,}5\ (9 + \ldots 1) \left(\frac{15}{13} - 1 \right)$$

$$Y_{10} \begin{cases} (\text{max.}) = +\,14{,}1 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,14{,}1 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = -\,Y_{11} \,.\, 1{,}82 + 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13})\ 13{,}75 - 7{,}5\ (10 + \ldots 1) \left(\frac{13{,}75}{13} - 1 \right)$$

$$Y_{11} \begin{cases} (\text{max.}) = +\,13{,}0 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,13{,}0 \text{ т.} \end{cases}$$

$$0 = -\,Y_{12} \,.\, 0{,}65 + 7{,}5 \,.\, ^1/_{13} \,.\, 13{,}2 - 7{,}5\ (11 + \ldots 1) \left(\frac{13{,}2}{13} - 1 \right)$$

$$Y_{12} \begin{cases} (\text{max.}) = +\,11{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\,11{,}6 \text{ т.} \end{cases}$$

Разсчетъ напряженій Y въ вертикаляхъ, чер. 1353 (текстъ).

Для опредѣленія V_1 составимъ для части фермы уравненіе моментовъ, принимая за центръ вращенія точку пересѣченія X_1 и Z_2. При помощи построенія найдемъ, что точка эта находится на разстояніи 0,1 справа отъ точки A, а потому:

$$o = -V_1 \cdot 0{,}9 + D \cdot 0{,}1$$

или, подставляя вмѣсто D его значенiе:

$$o = -V_1 \cdot 0{,}9 + 1{,}5\,(^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^{12}/_{13})\;0{,}1 + 7{,}5\,(^1/_{13} + ^2/_{13} + \ldots ^{12}/_{13})\,0{,}1.$$

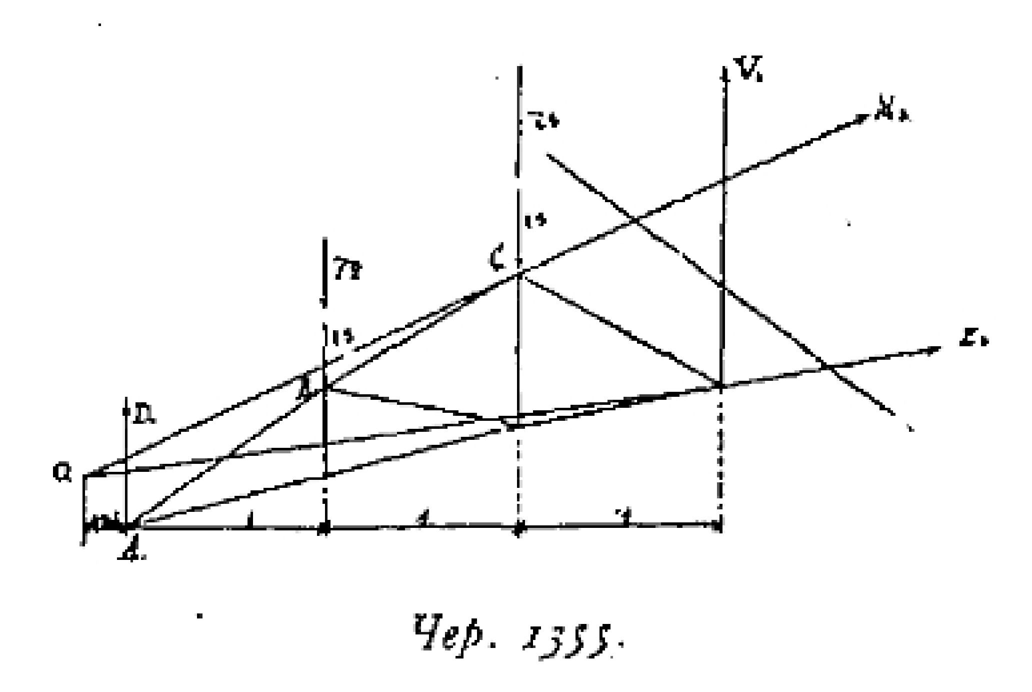
Всѣ члены, умноженные на 7,5 имѣютъ знакъ $+$, а потому это уравненiе нужно рѣшить непосредственно:

$$V_1\;(\text{max.}) = +6\ \text{т.}$$

Для опредѣленiя V_2 строимъ точку пересѣченiя X_2 и Z_3 и находимъ ее на горизонтальномъ разстоянiи 0,06 справа отъ точки A. Уравненiе моментовъ для части, чер. 1354 (текстъ) приметъ видъ:

$$o = -V_2 \cdot 1{,}94 + D \cdot 0{,}06 + 1{,}5 \cdot 0{,}94 + 7{,}5 \cdot 0{,}94$$

или, подставляя мѣсто D его численное значенiе и соединяя въ одинъ



Чер. 1355.

членъ моментъ нагрузки перваго узла и моментъ составляющей этой нагрузки, дѣйствующей на опору, получимъ:

$$o = -V_1 \cdot 1{,}94 + 1{,}5\left[(^1/_{13} + \ldots ^{11}/_{13})\;\;0{,}06 + \left(1 - \frac{0{,}06}{13}\right)\right]$$
$$+ 7{,}5\,(^1/_{13} + \ldots ^{11}/_{13})\;0{,}06 + 7{,}5\left(1 - \frac{0{,}06}{13}\right).$$

Въ этомъ уравненiи всѣ члены, умноженные на 7,5, имѣютъ знакъ $+$, поэтому его нужно непосредственно рѣшить относительно V_2,

$$V_2\,(\text{max}) = +6\ \text{т.}$$

Для всѣхъ остальныхъ панелей центръ вращенiя будетъ расположенъ влѣво отъ точки A, отчего общее уравненiе приметъ нѣсколько измѣненный видъ. Уравненiе моментовъ относительно центра O, пересѣченiе направленiй X_3 и Z_4, будетъ: чер. 1355 (текстъ)

$$o = -V_3 \cdot 3{,}214 - D \cdot 0{,}214 + 1{,}5\,(1{,}214 + 2{,}214)$$
$$+ 7{,}5\,(1{,}213 + 2{,}214)$$

или подставляя сюда вмѣсто D его численную величину и соединяя въ

отдѣльные члены моменты нагрузокъ на точки B и C съ моментами сопротивленій опоръ, вызываемыхъ этими нагрузками, получимъ:

$$0 = -V_3 \cdot 3{,}214 - 1{,}5\left[\left({}^1/_{13} + \ldots {}^{10}/_{13}\right) 0{,}214 - (1+1)\left(1 + \frac{0{,}214}{13}\right)\right]$$
$$-7{,}5\left({}^1/_{13} + \ldots {}^{10}/_{13}\right) 0{,}214 + 7{,}5\,(2+1)\left(1 + \frac{0{,}214}{13}\right)\Big]$$

Здѣсь, члены, умноженные на 7,5, входятъ съ знакомъ $+$ и съ знакомъ $-$. Чтобы получить V_3 (max.), слѣдуетъ отбросить всѣ отрицательные члены, а чтобы получить V_3 (min.), слѣдуетъ отбросить всѣ положительные члены; кромѣ того, слѣдуетъ опредѣлить еще значеніе для V_3, соотвѣтствующее удержанію членовъ обоихъ знаковъ, или, другими словами, значеніе V_3, соотвѣтствующее полной нагрузкѣ. Такимъ образомъ, мы получимъ:

$$V_3 \begin{cases} (\text{max.}) = +8{,}1 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -1{,}1 \text{ т.} \end{cases} \quad V_3 + 6 \text{ т.}$$

Точно такъ-же для остальныхъ панелей мы получимъ уравненія:

$$0 = -V_4 \cdot 4{,}91 - 1{,}5\left[\left({}^1/_{13} \ldots + {}^9/_{13}\right) 0{,}91 - (2+3+1)\left(1 - \frac{0{,}91}{13}\right)\right]$$
$$-7{,}5\left({}^1/_{13} + \ldots {}^9/_{13}\right) 0{,}91 + 7{,}5\,(3+2+1)\left(1 + \frac{0{,}91}{13}\right)$$

$$V_4 \begin{cases} (\text{max.}) = +10{,}8 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\ \ 3{,}8 \text{ т.} \end{cases} \quad V_4 = +6 \text{ т.}$$

$$0 = -V_5 \cdot 7{,}5 - 1{,}5\left[\left({}^1/_{13} \ldots + {}^8/_{13}\right) 2{,}5 - (4 + \ldots 1)\left(1 + \frac{2{,}5}{13}\right)\right]$$
$$-7{,}5\left({}^1/_{13} \ldots + {}^8/_{13}\right) 2{,}5 + 7{,}5\,(4 \ldots + 1)\left(1 + \frac{2{,}5}{13}\right)$$

$$V_5 \begin{cases} (\text{max.}) = +12{,}9 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\ \ 5{,}9 \text{ т.} \end{cases} \quad V_5 = +6 \text{ т.}$$

$$0 = -V_6 \cdot 12{,}6 - 1{,}5\left[\left({}^1/_{13} + \ldots {}^7/_{13}\right) 6{,}6 - (5 + \ldots 1)\left(1 + \frac{6{,}6}{13}\right)\right]$$
$$-7{,}5\left({}^1/_{13} + \ldots {}^7/_{13}\right) 6{,}6 + 7{,}5\,(5 + \ldots 1)\left(1 + \frac{6{,}6}{13}\right)$$

$$V_6 \begin{cases} (\text{max.}) = +14{,}5 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\ \ 7{,}5 \text{ т.} \end{cases} \quad V_6 = +6 \text{ т.}$$

$$0 = -V_7 \cdot 31{,}5 - 1{,}5\left[\left({}^1/_{13} + \ldots {}^6/_{13}\right) 24{,}5 - (6 + \ldots 1)\left(1 + \frac{24{,}5}{13}\right)\right]$$
$$-7{,}5\left({}^1/_{13} + \ldots {}^6/_{13}\right) 24{,}5 + 7{,}5\,(6 + \ldots 1)\left(1 + \frac{24{,}5}{13}\right)$$

$$V_7 \begin{cases} (\text{max.}) = +15{,}4 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -\ \ 8{,}4 \text{ т.} \end{cases} \quad V_7 = +6 \text{ т.}$$

Для всѣхъ слѣдующихъ панелей центры вращенія переходятъ направо, а потому всѣ моменты перемѣняютъ знакъ.

$$o = V_8 \cdot 60 + 1{,}5 \left[(^1/_{13} + \ldots ^5/_{13})\ 68 - (7 + \ldots 1) \left(\frac{68}{13} - 1 \right) \right]$$

$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + \ldots ^5/_{13})\ 68 - 7{,}5\ (7 + \ldots 1) \left(\frac{68}{13} - 1 \right)$$

$$V_8 \begin{cases} (\text{max.}) = + 15{,}8 \text{ т.} \\ (\text{min.}) - 8{,}8 \text{ т.} \end{cases} \quad V_8 = + 6 \text{ т.}$$

$$o = V_9 \cdot 13{,}5 + 1{,}5 \left[(^1/_{13} + \ldots ^4/_{13})\ 22{,}5 - (8 + 1) \left(\frac{22{,}5}{13} - 1 \right) \right]$$

$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + \ldots ^4/_{13})\ 22{,}5 - (8 + \ldots 1) \left(\frac{22{,}5}{13} - 1 \right)$$

$$V_9 \begin{cases} (\text{max.}) = + 15{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = - 8{,}6 \text{ т.} \end{cases} \quad V_9 = + 6 \text{ т.}$$

$$o = V_{10} \cdot 6{,}43 + 1{,}5 \left(^1/_{13} + ^2/_{13} + ^3/_{13})\ 16{,}43 + (9 + \ldots 1) \left(\frac{16{,}43}{13} - 1 \right) \right)$$

$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13} + ^3/_{13})\ 16{,}43 - 7{,}5\ (9 + \ldots 1) \left(\frac{16{,}43}{13} - 1 \right)$$

$$V_{10} \begin{cases} (\text{max.}) = + 14{,}8 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = - 7{,}8 \text{ т.} \end{cases} \quad V_{10} = + 6 \text{ т.}$$

$$o = V_{11} \cdot 3{,}3 + 1{,}5 \left((^1/_{13} + ^2/_{13})\ 14{,}3 - (10 + \ldots 1) \left(\frac{14{,}3}{13} - 1 \right) \right)$$

$$+ 7{,}5\ (^1/_{13} + ^2/_{13})\ 14{,}3 - 7{,}5\ (10 + \ldots 1) \left(\frac{14{,}3}{13} - 1 \right)$$

$$V_{11} \begin{cases} (\text{max.}) = + 13{,}5 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = - 6{,}5 \text{ т.} \end{cases} \quad V_{11} = + 6 \text{ т.}$$

$$o = V_{12} \cdot 1{,}385 + 1{,}5 \left(^1/_{13} \cdot 13{,}385 - (11 + \ldots 1 \left(\frac{13{,}385}{13} - 1 \right) \right)$$

$$+ 7{,}5 \cdot ^1/_{3} \cdot 13{,}385 - 7{,}5\ (11 + \ldots 1) \left(\frac{13{,}385}{13} - 1 \right)$$

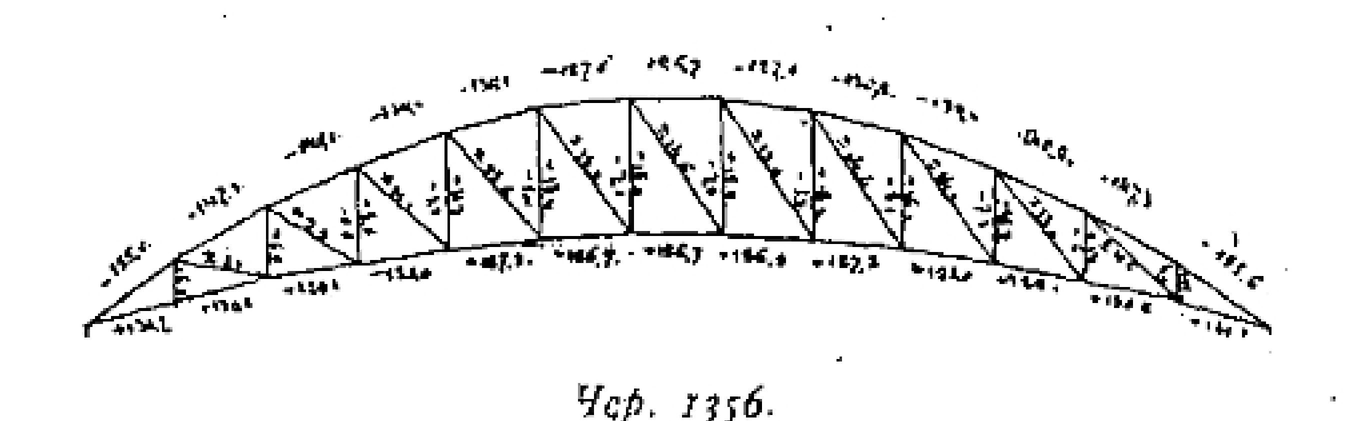
$$V_{12} \begin{cases} (\text{max.}) = + 11{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = - 4{,}6 \text{ т.} \end{cases} \quad V_{12} = + 6 \text{ т.}$$

Для разсчета стоекъ дано слѣдующее правило: слѣдуетъ предварительно принять, что постоянная нагрузка дѣйствуетъ всецѣло на тѣ узлы, на которые дѣйствуетъ временная нагрузка и предположить, что допущеніе это осуществлено при помощи побочныхъ стоекъ, которыя передавали бы въ точки приложенія временной нагрузки ту часть временной, которая къ нимъ непосредственно *не* приложена, а затѣмъ сложить напряженія этихъ стоекъ съ прежде полученными напряженіями. Мы воспользуемся здѣсь этимъ правиломъ. Выше были найдены напряженія V въ предположеніи, что постоянная нагрузка приложена исключительно къ верхнимъ узловымъ точкамъ, въ дѣйствительности же на верхніе узлы дѣйствуютъ приблизительно только двѣ трети постоянной нагрузки, а одна треть, т. е. 0,5 т., дѣйствуетъ на нижнія узловыя точки. Вообразимъ себѣ рядомъ съ главными стойками побочныя струны, которыя предаютъ эти 0,5 т. снизу вверхъ, струны эти, очевидно, будутъ

испытывать напряженіе + 0,5 т. Итакъ, ко всѣмъ найденнымъ выше для V величинамъ надо прибавить + 0,5. Такимъ образомъ мы получимъ слѣдующія точныя значенія для напряженія стоекъ:

$$V_1 \ (\text{max.}) = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_2 \ (\text{max.}) = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_3 \begin{cases} (\text{max.}) = +8{,}6 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -0{,}6 \text{ т.} \end{cases} V_3 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_4 \begin{cases} (\text{max.}) = +11{,}3 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -3{,}3 \text{ т.} \end{cases} V_4 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_5 \begin{cases} (\text{max.}) = +13{,}4 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -5{,}4 \text{ т.} \end{cases} V_5 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_6 \begin{cases} (\text{max.}) = +15{,}0 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -7{,}0 \text{ т.} \end{cases} V_6 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_7 \begin{cases} (\text{max.}) = +15{,}9 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -7{,}9 \text{ т.} \end{cases} V_7 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_8 \begin{cases} (\text{max.}) = +16{,}3 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -8{,}3 \text{ т.} \end{cases} V_8 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_9 \begin{cases} (\text{max.}) = +16{,}1 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -8{,}1 \text{ т.} \end{cases} V_9 = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_{10} \begin{cases} (\text{max.}) = +15{,}3 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -7{,}3 \text{ т.} \end{cases} V_{10} = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_{11} \begin{cases} (\text{max.}) = +14{,}0 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -6{,}0 \text{ т.} \end{cases} V_{11} = +6{,}5 \text{ т.}$$
$$V_{12} \begin{cases} (\text{max.}) = +12{,}1 \text{ т.} \\ (\text{min.}) = -4{,}1 \text{ т.} \end{cases} V_{12} = +6{,}5 \text{ т.}$$

Результаты этихъ вычисленій выставлены на чертежѣ 1356 (текстъ).



Чер. 1356.

е) *Навѣсныя стропила съ подвѣсной струной, выступающія на 6 метровъ*, чер. 1357 (текстъ).

Полная нагрузка, считая тутъ же и давленія отъ вѣтра и снѣга, принята равной 200 кил. на квадратный метръ площади плана. Разстояніе между фермами равно 4 метрамъ; поэтому нагрузка на каждую ферму равна

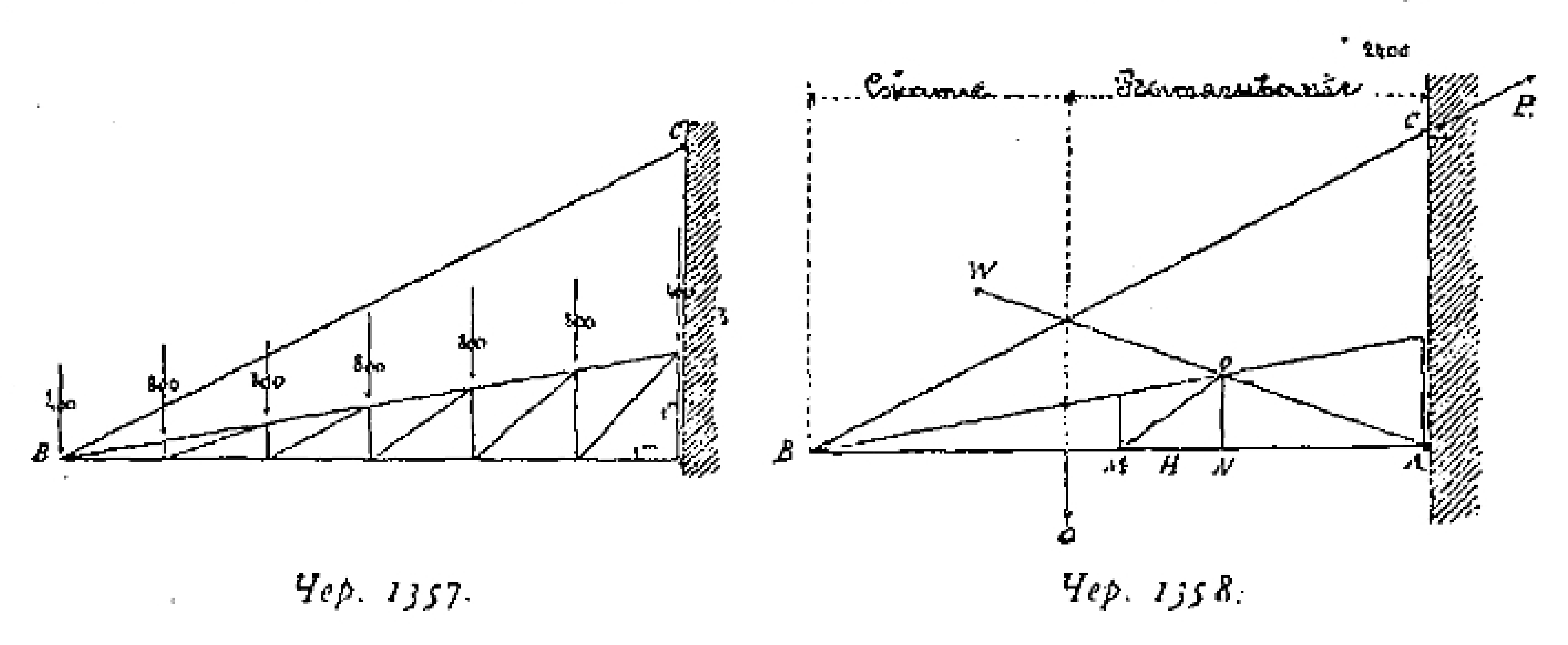
$$6 \cdot 4 \cdot 200 = 4800 \text{ кил.}$$

На каждую изъ 6-ти панелей приходится такимъ образомъ 800 кил.; на первый и на послѣдній узелъ приходится по 400 кил., а на пять промежуточныхъ — по 800 кил., чер. 1357 (текстъ).

Такъ какъ вѣсъ отдѣльныхъ частей фермы малъ сравнительно съ общей нагрузкой, то его можно ввести въ разсчетъ какъ временную нагрузку.

Разсчетъ напряженій H въ горизонтальныхъ полосахъ. Изъ чер. 1358 (текстъ) видно, какимъ образомъ дѣйствіе сосредоточеннаго груза Q уничтожается сопротивленіями W и P двухъ неподвижныхъ точекъ C и A. Для опредѣленія напряженія H въ горизонтальной полосѣ MN слѣдуетъ составить уравненіе моментовъ для части, чер. 1359 (текстъ), предполагая вращеніе около точки O.

Поэтому, если равнодѣйствующая силъ Q и P, какъ въ данномъ случаѣ, проходитъ черезъ центръ вращенія, то $H = O$. Всѣ нагрузки, рас-



Чер. 1357. Чер. 1358.

положенныя слѣва отъ силы Q, возбудятъ въ полосѣ MN отрицательныя, а всѣ нагрузки, расположенныя справа отъ силы Q, возбудятъ въ MN положительныя напряженія.

Итакъ, для полученія значеній H (*min.*) слѣдуетъ предположить, что нагружена только та часть фермы, которая обозначена на чертежѣ надписью „сжатіе" а для полученія значеній H (*max.*) — только та, которая обозначена надписью „вытягиваніе".

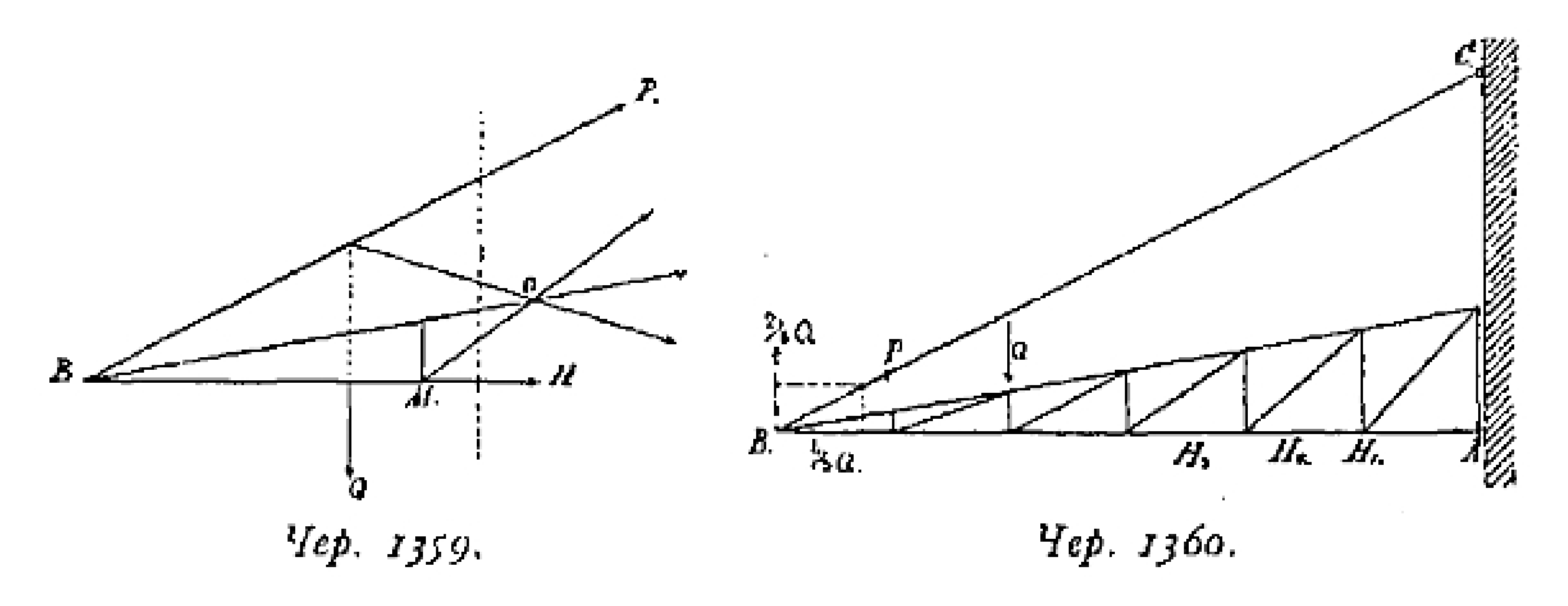
Можно оба эти вычисленія слить въ одно; для этого нужно предположить, что *всѣ* узлы нагружены, составить затѣмъ *одно* уравненіе для H и, выразивъ въ немъ вліяніе каждой нагрузки при помощи отдѣльнаго члена, отбросить разъ положительные и разъ отрицательные члены; такимъ образомъ мы тоже получимъ искомыя величины.

Если бы *единственную* нагрузку фермы составлялъ грузъ Q, приложенный на разстояніи 4 метровъ отъ стѣны, то струна BC испытывала бы продольное напряженіе, вертикальная составляющая котораго равнялась бы $^2/_8\ Q$, чер. 1360 (текстъ); дѣйствительно, если-бы составили уравненіе моментовъ относительно вращеній около центра A, то нашли-бы,

что вертикальная составляющая силы P дѣйствуетъ совершенно такъ-же, какъ дѣйствовало бы въ B сопротивленіе опоры, если-бы AB былъ брусъ, свободно лежащій на двухъ опорахъ A и B. Такъ какъ длины AB и AC относятся какъ 6 къ 3, то горизонтальная составляющая силы P всегда вдвое больше ея вертикальной составляющей, т. е. въ данномъ случаѣ она равна $\frac{4}{3}\,Q$; поэтому для опредѣленія H_3 мы получимъ слѣдующее уравненіе, чер. 1361 (текстъ).

$$0 = -H_3 \cdot {}^2/_3 - Q \cdot 2 + {}^2/_3\,Q \cdot 4 - {}^4/_3\,Q \cdot {}^2/_3, \text{ или}$$
$$H_3 \cdot {}^2/_3 = -Q\left\{2 - \cdot {}^2/_3 \cdot 4 - {}^4/_3 \cdot {}^2/_3\right\}.$$

Итакъ, сила Q даетъ три слагаемыя для образованія напряженія H_3; одно изъ нихъ есть непосредственное дѣйствіе Q, а два другія представляютъ собой косвенныя дѣйствія силъ, составляющихъ P. Если-бы сила Q была приложена къ точкѣ, находящейся справа отъ сѣченія, то она



Чер. 1359. *Чер. 1360.*

дала-бы только два послѣднія слагаемыя напряженія H_3, зависящія отъ составляющихъ силы P. Такъ, напр., для силы Q, приложенной на разстояніи двухъ метровъ отъ стѣны, мы получили бы уравненіе:

$$Q = -H_3 \cdot {}^2/_3 + \frac{Q}{3} \cdot 4 - {}^2/_3\,Q \cdot {}^2/_3, \text{ или}$$
$$H_3 \cdot {}^2/_3 = Q\left\{{}^1/_3 \cdot 4 - {}^2/_3 \cdot {}^2/_3\right\}.$$

На основаніе сказаннаго уравненіе, опредѣляющее H_3 въ зависимости отъ полной нагрузки, приметъ слѣдующій видъ:

$$H_3 \cdot {}^2/_3 = 800\,({}^1/_6 \cdot 4 - {}^1/_6 \cdot {}^2/_3) + 800\,({}^1/_3 \cdot 4 - {}^2/_3 \cdot {}^2/_3)$$
$$+ 800\,({}^1/_2 \cdot 4 - 1 \cdot {}^2/_3 - 1)$$
$$- 800\,(2 - {}^2/_3 \cdot 4 + {}^4/_3 \cdot {}^2/_3) - 800\,(3 - {}^5/_6 \cdot 4 + {}^5/_3 \cdot {}^2/_3)$$
$$- 400\,(4 - 1 \cdot 4 + 2 \cdot {}^2/_3).$$

Отбросивъ въ правой части этого уравненія отрицательные члены, получимъ:

$$H_3\,(max.) = +\,2000 \text{ кил.}$$

а отбросивъ псмъ положительные члены:

$$H_3\,(min.) = -\,2000 \text{ кил.}$$

Подобнымъ-же образомъ мы найдемъ для остальныхъ горизонтальныхъ полосъ слѣдующія уравненія:

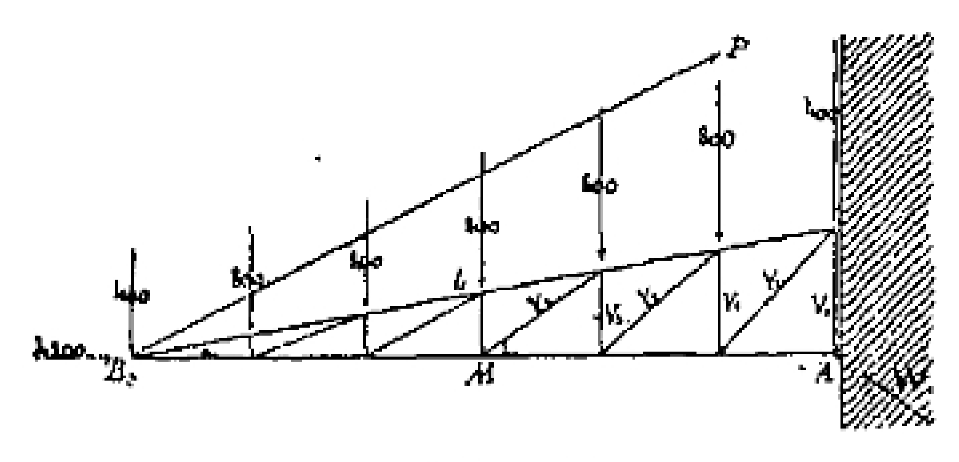
$$H_1 \cdot = -800\,(1 - {}^1/_6 \cdot 6 + {}^1/_3 \cdot 1) - 800\,(2 - {}^1/_3 \cdot 6 + {}^2/_3 \cdot 1)$$
$$- 800\,(3 - {}^1/_2 \cdot 6 + 1 \cdot 1) - 800\,(4 - {}^2/_3 \cdot 6 + {}^4/_3 \cdot 1)$$
$$- 800\,(5 - {}^5/_6 \cdot 6 + {}^5/_3 \cdot 1) - 400\,(6 - 1 \cdot 6 + 2 \cdot 1).$$

$$H_1\ (\text{max.}) = 0;\ H_1\ (\text{min.}) = -4800\ \text{кил.}$$

$$H_2 \cdot {}^5/_6 = 800\,({}^1/_6 \cdot 5 - {}^1/_3 \cdot {}^5/_6) + 800\,({}^1/_3 \cdot 5 - {}^2/_3 \cdot 5 - 1)$$
$$- 800\,(2 - {}^1/_2 \cdot 5 + 1 \cdot {}^5/_6) - 800\,(3 - {}^2/_3 \cdot 5 + {}^4/_3 \cdot {}^5/_6)$$
$$- 800\,(4 - {}^5/_6 \cdot 5 + {}^5/_3 \cdot {}^5/_6) - 400\,(5 - 1 \cdot 5 + 2 \cdot {}^5/_6).$$

$$H_2\ (\text{max.}) = +640\ \text{кил.};\ H_2\ (\text{min.}) = -3040\ \text{кил.}$$

$$H_4 \cdot {}^1/_2 = 800\,({}^1/_6 \cdot 3 - {}^1/_3 \cdot {}^1/_2) + 800\,({}^1/_3 \cdot 3 - {}^2/_3 \cdot {}^1/_2)$$



Чер. 1361.

$$+ 800\,({}^1/_2 \cdot 3 - 1 \cdot {}^1/_2) + 800\,({}^2/_3 \cdot 3 - {}^4/_3 \cdot {}^1/_2 - 1)$$
$$- 800\,(2 - {}^5/_6 \cdot 3 + {}^5/_3 \cdot {}^1/_2) - 400\,(3 - 1 \cdot 3 + 2 \cdot {}^1/_2).$$

$$H_4\ (\text{max.}) = +3733\ \text{кил.};\ H_4\ (\text{min.}) = -1333\ \text{кил.}$$

$$H_5 \cdot {}^1/_3 = 800\,({}^1/_6 \cdot 2 - {}^1/_3 \cdot {}^1/_3) + 800\,({}^1/_3 \cdot 2 - {}^2/_3 \cdot {}^1/_3) + 800\,({}^1/_2 \cdot 2 - 1 \cdot {}^1/_3)$$
$$+ 800\,({}^2/_3 \cdot 2 - {}^4/_3 \cdot {}^1/_3) + 800\,({}^5/_6 \cdot 2 - {}^5/_3 \cdot {}^1/_3 - 1)$$
$$- 400\,(2 - 1 \cdot 2 + 2\,{}^1/_3).$$

$$H_5\ (\text{max.}) = +5600\ \text{кил.};\ H_5\ (\text{min.}) = -800\ \text{кил.}$$

$$H_6 \cdot {}^1/_6 = 800\,({}^1/_6 \cdot 1 - {}^1/_3 \cdot {}^1/_6) + 800\,({}^1/_3 \cdot 1 - {}^2/_3 \cdot {}^1/_6)$$
$$+ 800\,({}^1/_2 \cdot 1 - 1 \cdot {}^1/_6) + 800\,({}^2/_3 \cdot 1 - {}^4/_3 \cdot {}^1/_6) + 800\,({}^5/_6 \cdot 1 - {}^5/_3 \cdot {}^1/_6)$$
$$- 400\,(1 - 1 \cdot 1 + 2 \cdot {}^1/_6).$$

$$H_6\ (\text{max.}) = +800\ \text{кил.};\ H_6\ (\text{min}) = -800\ \text{кил.}$$

Для остальныхъ полосъ центры вращеній будутъ расположены на горизонтальной прямой AB, а потому въ этомъ случаѣ исключается всякая возможность, чтобы равнодѣйствующая изъ силы Q и производимаго ею натяженія въ струнѣ BC, проходящая черезъ опору A, проходила разъ *справа* и разъ *слѣва* отъ центра вращенія. Отсюда видно, что во всѣхъ остальныхъ полосахъ наибольшія сжатія или вытягиванія будутъ соотвѣтствовать полной нагрузкѣ фермы.

Полная нагрузка фермы равна 4800 кил., центръ тяжести ея находится на вертикальной прямой, проходящей черезъ средину AB и по-

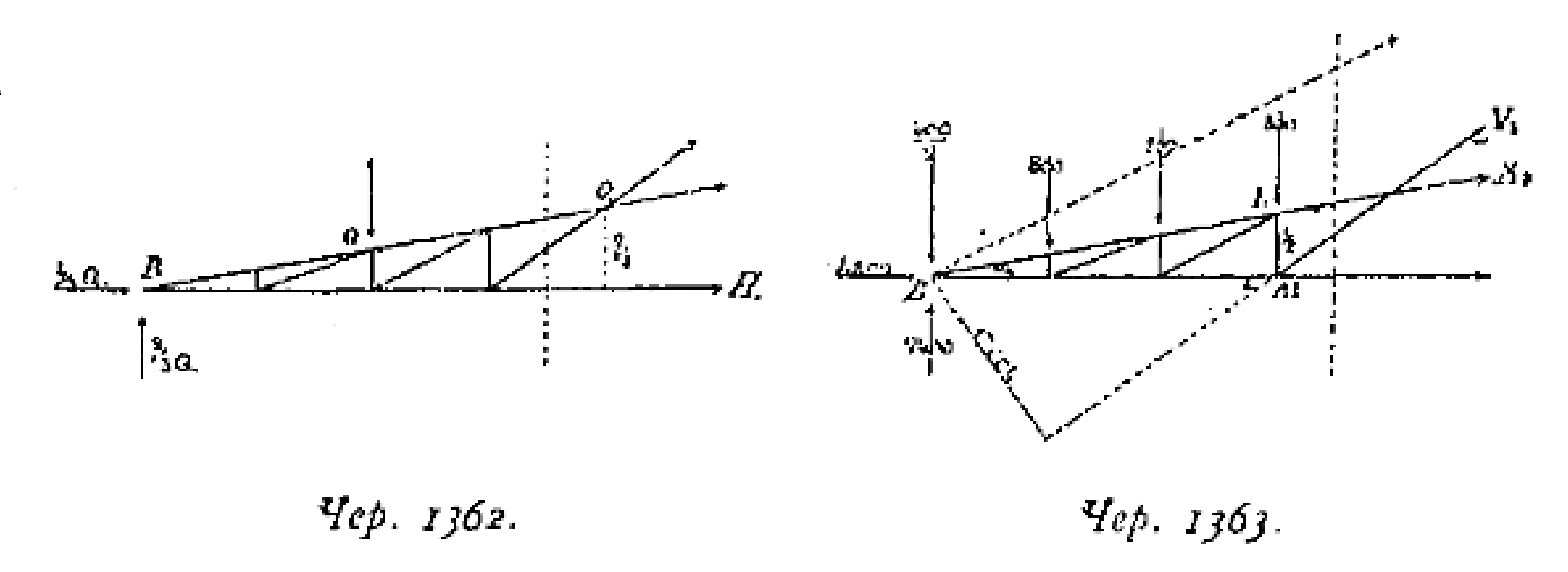
тому при полной нагрузкѣ вертикальная составляющая силы P будетъ равна $^1/_2 \cdot 4800 = 2400$ кил. Горизонтальная составляющая P вдвое больше, т. е. равна 4800 кил. Равнодѣйствующая этихъ двухъ силъ будетъ:

$$P = \sqrt{2400^2 + 4800^2} = 5367 \text{ кил.}$$

и представляетъ собой наибольшее проявляющее въ BC вытягиваніе.

Изъ чер. 1362 и 1363 (текстъ) видно, что плечо момента напряженія X_3, относительно центра вращенія въ точкѣ M, будетъ;

$$LM\ Cos\ .\ \alpha = {}^1/_2 \cdot \frac{6}{\sqrt{6^2 + 1^2}}\ 0{,}4932 \text{ метра.}$$



Чер. 1362. Чер. 1363.

Итакъ, для опредѣленія X_3 мы получимъ уравненіе:

$$0 = X_3 \cdot 0{,}4932 + 2400 \cdot 3 - 800\ (0 + 1 + 2 + {}^3/_2)$$
$$\text{или } X_3 = -7299 \text{ кил.}$$

Точно такъ-же для остальныхъ напряженія X мы получимъ уравненія;

$$0 = X_1 \cdot 0{,}822 + 2400 \cdot 5 - 800\ \left\{1 + 2 + 3 + 4 + {}^5/_2\right\}$$
$$X_1 = -2433 \text{ кил.}$$
$$0 = X_2 \cdot 0{,}6576 + 2400 \cdot 4 - 800\ \left\{1 + 2 + 3 + {}^4/_2\right\}$$
$$X_2 = -4866 \text{ кил.}$$
$$0 = X_4 \cdot 0{,}3288 + 2400 - 800\ \left\{1 + {}^2/_2\right\}$$
$$X_4 = -9732 \text{ кил.}$$
$$0 = X_5 \cdot 0{,}1644 + 2400 \cdot 1 - 400 \cdot 1$$
$$X_5 = -12166 \text{ кил.}$$
$$0 = X_6 \cdot 0{,}1644 + 2400 \cdot 1 - 400 \cdot 1$$
$$X_6 = -12166 \text{ кил.}$$

Для опредѣленія напряженій въ діагоналяхъ слѣдуетъ принимать центръ вращенія въ B. Плечо момента силы Y_3 относительно центра B, чер. 1363 (текстъ) равно

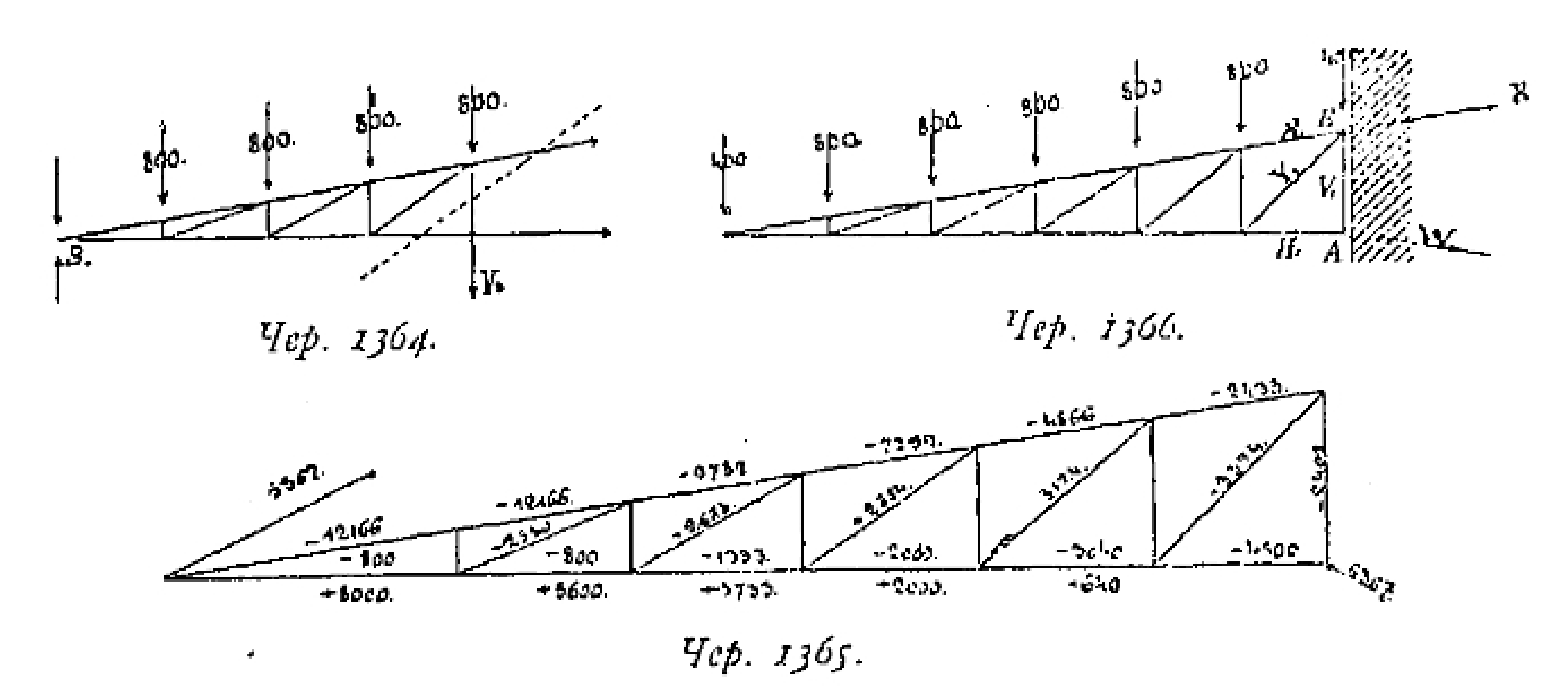
$$BM \,.\, Sin \,.\, \varepsilon = 3 \frac{^2/_3}{\sqrt{1^2 + (^2/_3)^2}} = 1{,}644 \text{ метра.}$$

Такимъ образомъ для опредѣленія Y_3 получимъ уравненіе:

$$0 = -Y_3 \,.\, 1{,}664 + 800\,(1 + 2 + 3), \quad Y_3 = +2884 \text{ кил.}$$

Такимъ-же точно образомъ мы получимъ для остальныхъ напряженій Y слѣдующія уравненія:

$$0 = -Y_1 \,.\, 3{,}536 + 800\,(1 + 2 + 3 + 4 + 5),$$
$$Y_1 = +3394 \text{ кил.}$$
$$0 = -Y_2 \,.\, 2{,}561 + 800\,(1 + 2 + 3 + 4),$$
$$Y_2 = +3124 \text{ кил.}$$
$$0 = -Y_4 \,.\, 0{,}89 + 800\,(1 + 2),$$
$$Y_4 = +2683 \text{ кил.}$$
$$0 = -Y_5 \,.\, 0{,}316 + 800 \,.\, 1,$$
$$Y_5 = +2530 \text{ кил.}$$



Чер. 1364. Чер. 1366.

Чер. 1365.

Для опредѣленія напряженій въ вертикальныхъ полосахъ центры вращеній тоже должны совпадать съ точкой B. Для опредѣленія V_3 мы получимъ уравненіе, чер. 1346 (текстъ),

$$0 = -V_3 \,.\, 4 + 800\,(4 + 3 + 2 + 1),$$
$$V_3 = -2000 \text{ кил.}$$

Подобнымъ же образомъ для остальныхъ полосъ мы получимъ слѣдующія уравненія:

$$0 = V_1 \,.\, 6 + 800\,(^6/_2 + 5 + 4 + 3 + 2 + 1),$$
$$V_1 = -2400 \text{ кил.}$$
$$0 = V_2 \,.\, 5 + 800\,(5 + 4 + 3 + 2 + 1),$$
$$V_2 = -2400 \text{ кил.}$$
$$0 = V_4 \,.\, 3 + 800\,(3 + 2 + 1).$$
$$V_4 = -1600 \text{ кил.}$$

$$0 = V_5 \,.\, 2 + 800\ (2 + 1),$$
$$V_5 = -1200 \text{ кил.}$$
$$0 = V_6 \,.\, 1 + 800 \,.\, 1,$$
$$V_6 = -800 \text{ кил.}$$

Сопротивленіе W опоры A есть равнодѣйствующая силъ H_1 и V_1 и опредѣлится такъ;

$$W = \sqrt{H_1^2 + V_1^2} = \sqrt{4800^2 + 2400^2} = 5367 \text{ кил.},$$

т. е. $W = P$.

Найденные результаты выставлены на чер. 1365 (текстъ).

f) *Надвѣсныя стропила безъ подвѣсной струны.* На чер. 1366 (текстъ) представлена ферма, имѣющая тѣ-же размѣры и подверженная той же нагрузкѣ, что и ферма, чер. 1357 (текстъ). Вмѣсто точки B чертежа 1357 (текстъ), въ которой былъ прикрѣпленъ конецъ струны BC, здѣсь второй опорной точкой служитъ точка E; закрѣпленная въ ней струна составляетъ продолженіе полосъ BE и вся задѣлана въ стѣну такъ что снаружи ея не видно.

Плечо момента напряженія X этой полосы, относительно вращенія около центра A, будетъ:

$$AE\ Cos\,.\,\alpha = 1\,.\,\frac{6}{\sqrt{6^2 + 1^2}} = 0{,}9864,$$

а уравненіе моментовъ, служащее для опредѣленія напряженія X, приметъ видъ:

$$0 = X\,.\,0{,}9864 - 800\left\{\ 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + {}^{6}/_{2}\ \right\}, \text{ или;}$$
$$X = -14599 \text{ кил.}$$

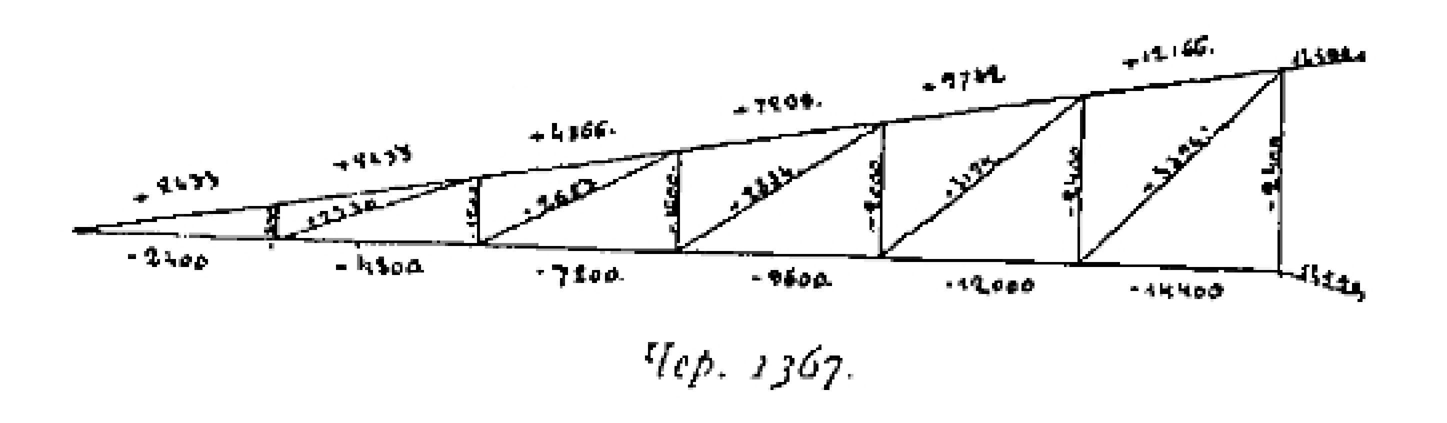
Для опредѣленія остальныхъ напряженій $X_1 \ldots X_6$ могутъ послужить соотвѣтственныя уравненія предъидущаго параграфа; для чего достаточно положить, что въ нихъ сила P и обѣ ея составляющія равны нулю. Такимъ образомъ мы получимъ уравненія:

$$0 = X_1\,.\,0822 - 800\ (1 + 2 + 3 + 4 + {}^{6}/_{2}),\ X_1 = +12166 \text{ кил.}$$
$$0 = X_2\,.\,0{,}6576 - 800\ (1 + 2 + 3 + {}^{4}/_{2}),\ X_2 = +9732 \text{ кил.}$$
$$0 = X_3\,.\,0{,}4932 - 800\ (1 + 2 + {}^{3}/_{2}),\ X_3 = +7299 \text{ кил.}$$
$$0 = X_4\,.\,0{,}3288 - 800\ (1 + {}^{2}/_{2}),\ X_4 = +4866 \text{ кил.}$$
$$0 = X_5\,.\,0{,}1644 - 400\,.\,1,\ X_5 = +2433 \text{ кил.}$$
$$0 = X_6\,.\,0{,}1644 - 400\,.\,1,\ X_6 = +2433 \text{ кил.}$$

Относительно напряженій $H_1 \ldots H_3$ можно сказать тоже самое; для полученія ихъ изъ уравненій предъидущаго параграфа достаточно предположить, что силы, составляющія P, равны нулю. Такимъ образомъ мы получимъ слѣдующія уравненія:

$$o = -H_1 \,.\, 1 - 800\,(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + {}^6/_2),$$
$$H_1 = -14400 \text{ кил.}$$
$$o = -H_2 \,.\, {}^5/_6 - 800\,(1 + 2 + 3 + 4 + {}^5/_2),$$
$$H_2 = -12000 \text{ кил.}$$
$$o = -H_3 \,.\, {}^2/_3 - 800\,(1 + 2 + 3 + {}^4/_2),$$
$$H_3 = -9600 \text{ кил.}$$
$$o = -H_4 \,.\, {}^1/_2 - 800\,(1 + 2 + {}^3/_2)$$
$$H_4 = -7200 \text{ кил.}$$
$$o = -H_5 \,.\, {}^1/_3 - 800\,(1 + {}^2/_2),$$
$$H_5 = -4800 \text{ кил.}$$
$$o = -H_6 \,.\, {}^1/_6 - 800 \,.\, 1,$$
$$H_6 = -2400 \text{ кил.}$$

Для полученія уравненій моментовъ, служащихъ для опредѣленія напряженій $V_1 \ldots V_6$ и $Y_1 \ldots Y_6$, слѣдуетъ, какъ и въ предъидущемъ при-



Чер. 1367.

мѣрѣ, принять центръ вращенія въ точкѣ B; но тамъ эта точка въ то-же время была точкой приложенія силы P, а потому моментъ этой силы не имѣлъ вліянія на напряженія вертикальныхъ и діагональныхъ полосъ; какъ непосредственное слѣдствіе изъ этого вытекаетъ, что величины, выведенныя въ предъидущемъ параграфѣ для діагоналей и вертикалей, остаются справедливыми и для нашего случая. Сопротивленіе опоры W есть равнодѣйствующая V_1 и H_1, а поэтому она выразится такъ:

$$W = \sqrt{V_1^2 + H_1^2} = \sqrt{2400^2 + 14400^2} = 14599 \text{ кил.},$$

т. е. $W = X$.

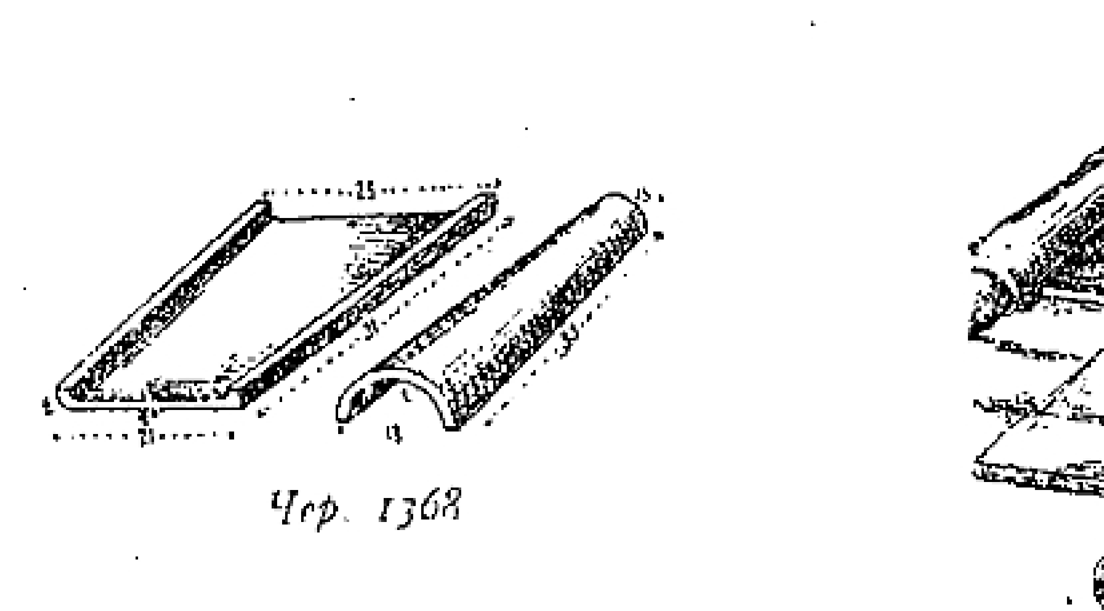
Выведенныя численныя значенія напряженій выставлены на чер. 1367 (текстъ).

§ **126. Кровли.** Кровли или верхнія оболочки крышъ, предохраняющія внутренность зданій отъ дѣйствія снѣга и дождевой воды, устраиваются изъ разнородныхъ матеріаловъ. Такъ, напримѣръ, для обыкновенныхъ сельскихъ и городскихъ построекъ примѣняются кровли: драничныя, гонтовыя, досчатыя или тесовыя, толевыя, аспидныя, черепичныя, же-

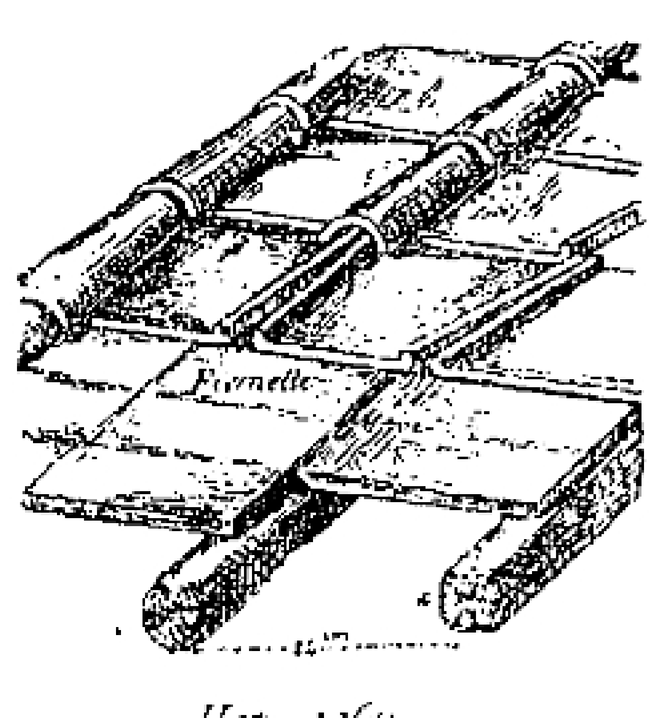
лѣзныя или цинковыя; для монументальныхъ строеній — каменныя плитныя, свинцовыя, жестяныя и мѣдныя, послѣднія иногда бываютъ посеребренныя или позолоченныя. Кромѣ того дѣлаютъ иногда кровли глиняныя, глино-соломенныя, древесно-цементныя, цементныя, асфальтовыя, изъ металлическихъ черепицъ и наконецъ стеклянныя. Кровли настилаются или на обрѣшетку стропилъ, или непосредственно на наружную поверхность сводовъ и потолковъ. Второй способъ, употребляемый часто въ южныхъ и безлѣсныхъ странахъ, встрѣчается рѣже на сѣверѣ. Вообще говоря, ему всегда предпочитаютъ настилку кровли на стропилахъ, потому что чердакъ допускаетъ часто осматривать кровлю и чинить ее, въ случаѣ надобности. Кромѣ того, непосредственная настилка плотной кровли поверхъ потолка дѣйствуетъ вредно на дерево, входящее въ составъ кровли и потолка, подвергая его скорой порчѣ, при отсутствіи доступа воздуха. Впрочемъ это можно устранить посредствомъ отдушинъ для движенія воздуха, которыя, вмѣстѣ съ тѣмъ, будутъ способствовать высыханію небольшого количества сырости, проникающей сквозь кровлю.

Еще одно неудобство настилки металлическихъ кровель безъ чердака состоитъ въ томъ, что комнаты, находящіяся непосредственно подъ кровлею, лѣтомъ нестерпимо жарки. Для устраненія этого неудобства, насыпаютъ поверхъ потолковъ слой древесныхъ опилокъ, сухого мху и вообще какого либо другого матеріала, дурно проводящаго теплоту. Независимо отъ этой насыпки, надобно дѣлать продушины, способствующія къ охлажденію воздуха между кровлею и потолкомъ. Такъ-какъ стропилы находятся на значительномъ разстояніи одно отъ другого, то для поддержанія кровли поверхность ихъ покрывается *обрѣшеткою*. Рѣшетины состоятъ обыкновенно изъ пиленыхъ брусковъ (толщиною не менѣе 2-хъ—2½ дюйм.), изъ досокъ 2½ дюймовыхъ, расколотыхъ пополамъ, или изъ жердей 2-хъ вершковыхъ, притесанныхъ съ 2-хъ сторонъ. Для нѣкоторыхъ родовъ кровель вмѣсто обрѣшетки, необходима сплошная досчатая настилка (опалубка). При чугунныхъ и желѣзныхъ стропилахъ обрѣшетка составляется обыкновенно изъ полосового или угловаго же-

лѣза. Рѣшетины прикрѣпляются къ стропиламъ горизонтальными рядами, идущими параллельно коньку, или къ нижней линіи крыши. Впрочемъ, направленіе рядовъ обрѣшетки и взаимное разстояніе рѣшетинъ зависитъ отъ рода кровли. Подробности объ этомъ будутъ изложены ниже, при описаніи разнаго рода кровель. Если стропилы находятся на значительныхъ взаимныхъ разстояніяхъ, а кровля будетъ грузная, то рѣшетины или доски обыкновенныхъ размѣровъ, не будучи въ состояніи сопротивляться дѣйствію вѣса кровли и внѣшнихъ силъ, поддерживаются тогда *накатинами (излучинами)*, расположенными на приличныхъ разстояніяхъ.—



Чер. 1368



Чер. 1369

Есть такіе роды кровель, которыя могутъ быть основаны на накатинахъ безъ обрѣшетки, такъ, напримѣръ, настилаются каменныя плиты и металлическія черепицы.

§ 126. **Кровли черепичныя.** Начало примѣненія черепицы для покрытія кровель строеній относится ко временамъ глубокой древности. Черепичныя крыши были извѣстны съ незапамятныхъ временъ въ Индіи, Ассиріи, Китаѣ и Египтѣ. Римляне и греки постоянно ихъ употребляли. Многіе изъ греческихъ храмовъ были покрыты черепицею. Церковь св. Урбана въ Римѣ покрыта черепицею, настланною по хребту свода: кровля эта существуетъ со временъ императора Антонина. Въ развалинахъ термъ Каракаллы есть еще части подобныхъ кровель, сохранившихся до сихъ поръ. Примѣры

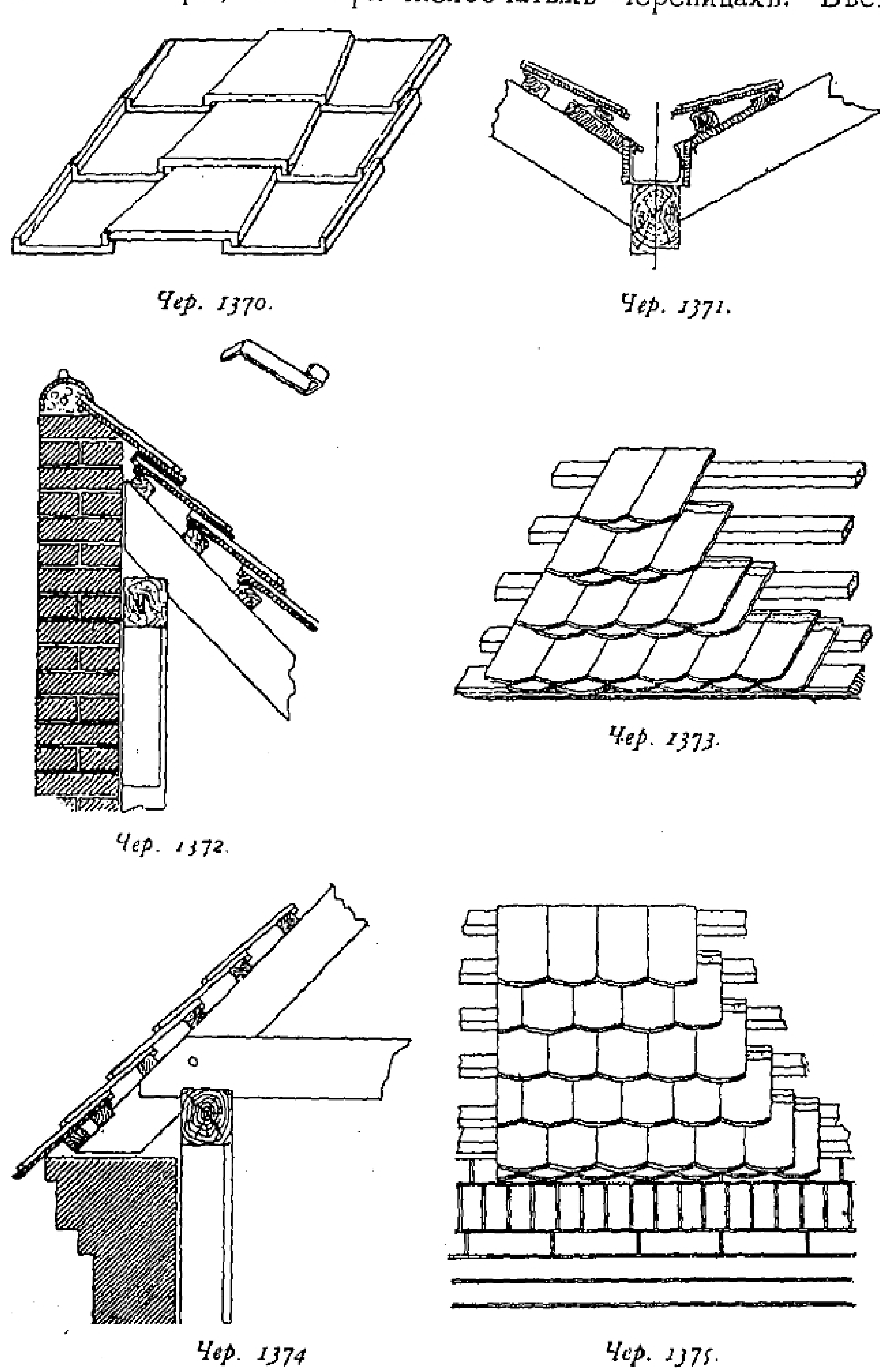
эти показываютъ, что при старательномъ изготовленіи черепицы, изъ нея можно устраивать кровли вѣковой прочности.

Виды черепицъ весьма различны; главнѣйшія изъ нихъ суть *слѣдующія:*

а) *Черепицы римскія.* На чер. 1368—1369 (текстъ) представлены части кровли, составленной изъ римскихъ черепицъ. Этотъ самый древній видъ черепицъ и теперь еще употребляется въ Италіи. Кровли, составленныя изъ подобныхъ черепицъ весьма прочны. Въ составъ кровли входятъ черепицы трехъ различныхъ формъ, или, лучше сказать, только двухъ, потому что третій, за исключеніемъ гораздо меньшей толщины, ничѣмъ не разнится отъ обыкновеннаго кирпича. На стропильныя ноги, расположенныя въ разстояніи около 1-го фута, настилается слой этихъ плоскихъ кирпичей (Pianelle) и швы между ними задѣлываются растворомъ. На этой платформѣ настилаютъ второй рядъ черепицъ (Tegole), тоже плоскихъ, но съ загнутыми вверхъ краями. Черепицы эти, имѣя форму трапеціи, какъ показано иа чер. 1368—1369 (текстъ), входятъ нижнею частію своею въ предъидущій рядъ; верхняя часть ея прикрыта слѣдующимъ рядомъ. Третій видъ черепицы (canale) имѣетъ форму усѣчепнаго выжелобленнаго конуса и служитъ для обхватыванія подиятыхъ вверхъ закраинъ трапецоидальныхъ черепицъ и для закрытія промежутковъ между ними. Черепица держится на стропилахъ однимъ треніемъ, и потому подъемъ кровли не долженъ быть больше ¹/₄ основанія. Задѣлавъ тщательно всѣ швы известковымъ растворомъ, получимъ кровлю необыкновенно прочную.

Чтобы облегчить вѣсъ кровли изъ римскихъ черепицъ, послѣднія могутъ быть настланы не на черепичныхъ досчечкахъ (pianelle), а на досчатой опалубкѣ или на частыхъ рѣшетинахъ. Способъ этотъ доставляетъ кровлю болѣе легкую и дешевую, но за то не столь прочную. Римская черепица обладаетъ преимуществомъ передъ другими видами желобчатыхъ черепицъ, что укладываясь плотно на крышѣ, и будучи скрѣплена растворомъ, она не срывается вѣтромъ. Работникъ во время ходьбы по крышѣ ие ломаетъ черепицъ, потому что подъ ногами его нѣтъ частей, неимѣющихъ то-

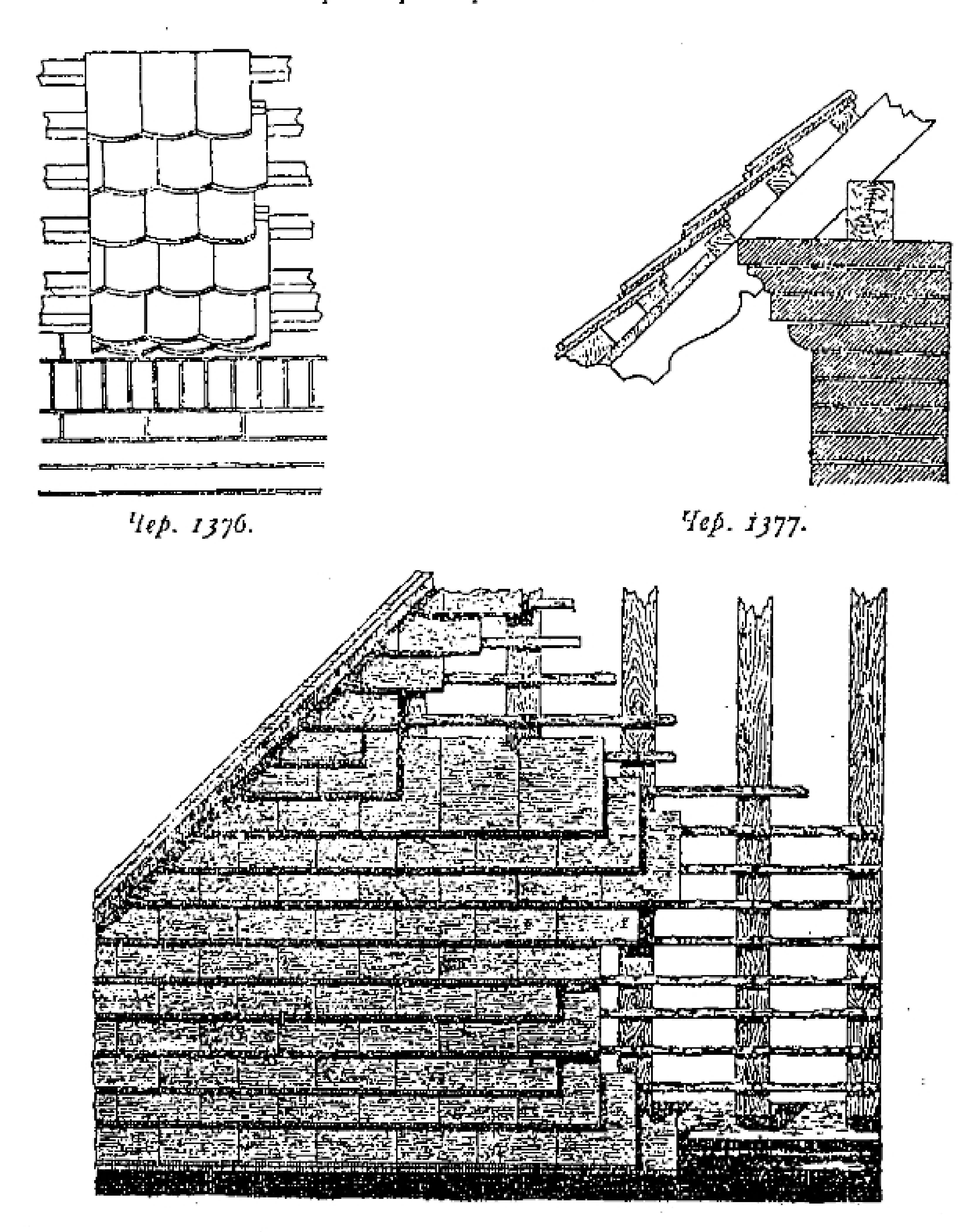
чекъ подпоры, какъ при желобчатыхъ черепицахъ. Вѣсъ



Чер. 1370. Чер. 1371. Чер. 1372. Чер. 1373. Чер. 1374 Чер. 1375.

квадратной сажени описанной кровли съ черепичною платформою составляетъ около 32 пудовъ.

Въ Римѣ есть примѣры кровель, составленныхъ изъ од-



Чер. 1376.

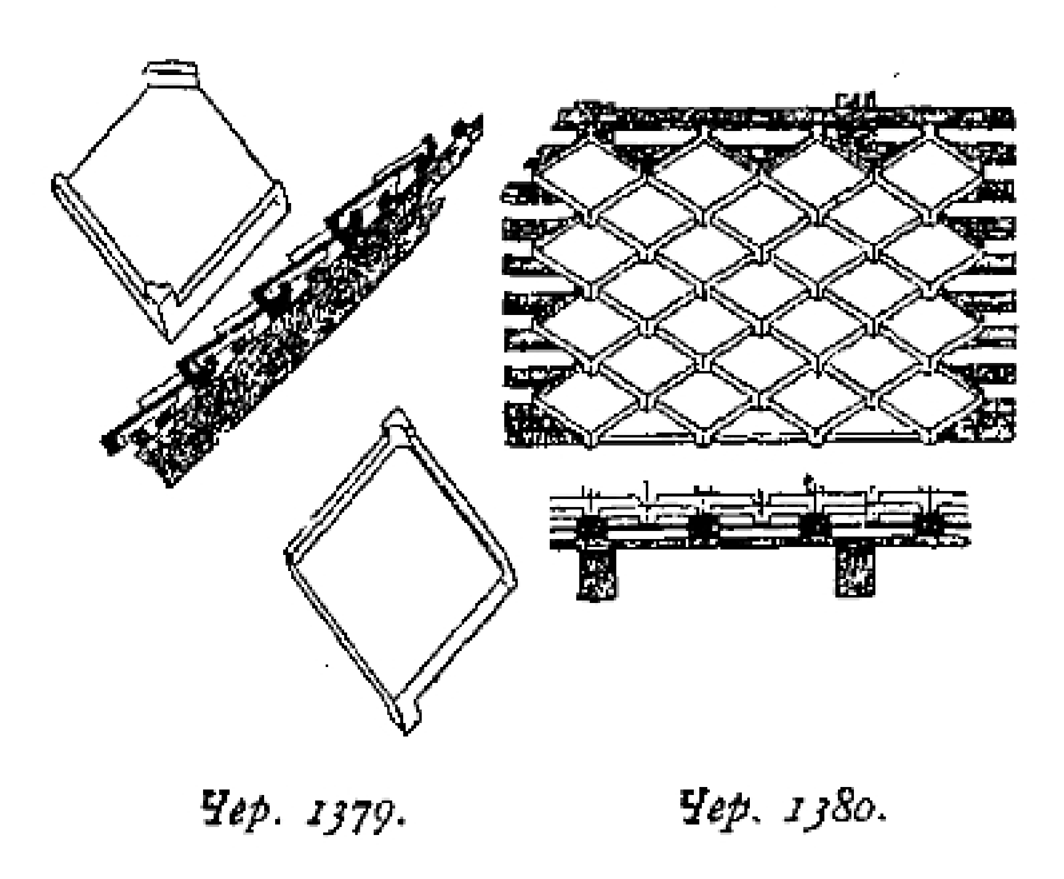
Чер. 1377.

Чер. 1378.

нихъ трапецоидальныхъ черепицъ, чер. 1370 (текстъ). Кровля эта еще лучше сопротивляется вѣтру, чѣмъ кровля предъидущаго вида, и можетъ вполнѣ замѣнить римскій способъ

покрытія, особенно въ томъ случаѣ, когда кровлю стелютъ на досчатой, а не на черепичной платформѣ.

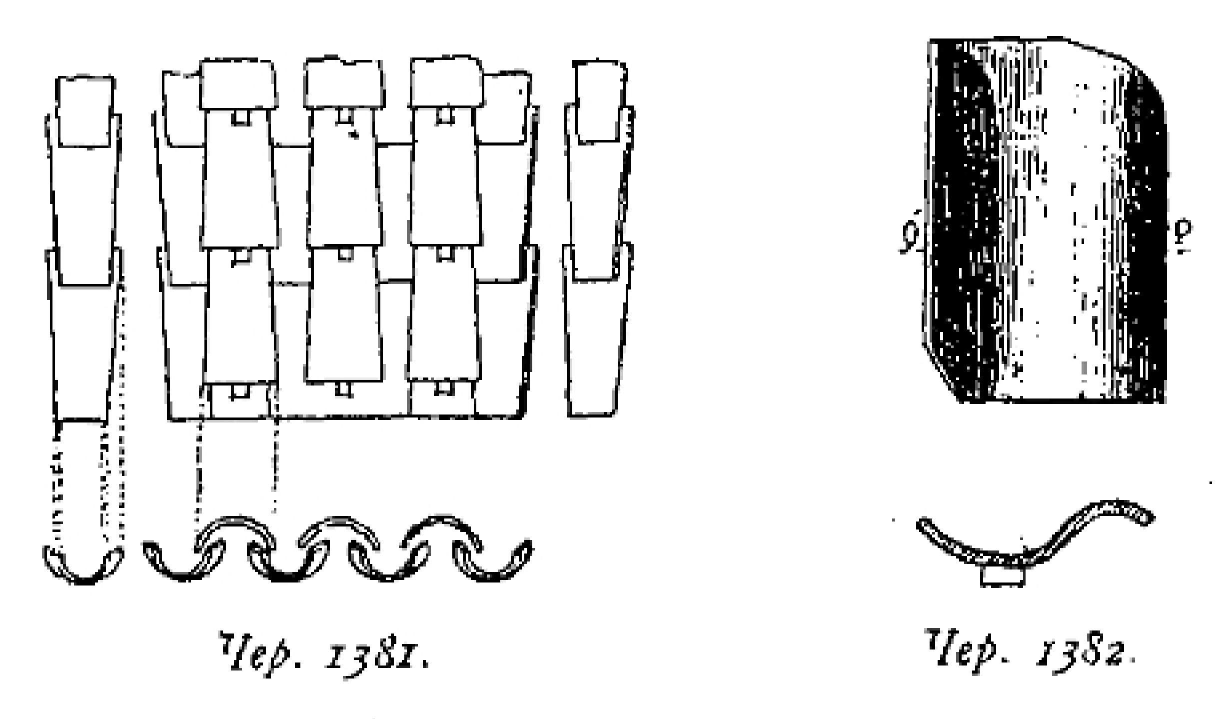
b) *Черепицы плоскія*, чер. 1371—1378 (текстъ), предсталяютъ кровлю изъ *плоской черепицы* или *прямой*, составляющей въ Германіи самый употребительный способъ покрытія зданій. Такъ какъ вода, распространяясь по плоской черепицѣ, входитъ въ вертикальные швы, то поэтому плоская черепица можетъ быть примѣняема только при крутыхъ кровляхъ. Обыкновенный уклопъ для крышъ, покрытыхъ ею, составляетъ 45°, и рѣдко менѣе. Обыкновенная форма плоской черепицы есть прямоугольная, чер. 1378 (текстъ), длина



Чер. 1379. *Чер. 1380.*

ея 12 дюймовъ, ширина 6 дюймовъ, а толщина около 7 линій. Плоская черепица имѣетъ снизу ключъ или шипъ для привѣшиванія ея къ рѣшетниамъ. Настилаютъ ее или въ одиночные горизонтальные ряды или въ двойные, чер. 1374 и 1377 (текстъ). Швы каждаго ряда располагаютъ въ перевязку со швами смежныхъ рядовъ. Второй способъ даетъ крышу тяжелую, но за то болѣе плотную. Нижній конецъ плоской черепицы часто закругляется чер. 1373 и 1375—1376 (текстъ) и тогда она получаетъ названіе *чешуйчатой*. Вѣсъ кровли изъ плоской черепицы можетъ быть весьма различенъ, смотря по способу укладки черепицъ. Если каждая черепица выходитъ наружу только на 1/3 своей длины, то вѣсъ кровли простирается до 25 пудовъ въ каждой квадратной сажени ея площади.

Чер. 1379—1380 (текстъ) представляетъ плоскую черепицу съ закраинами, обращенными въ противуположныя стороны. Посредствомъ ихъ одинъ рядъ черепицъ сопрягается съ другимъ. Слѣдовательно всѣ швы прикрыты и вода въ нихъ входить не можетъ; поэтому подобная кровля не пропускаетъ воды даже при очень отлогихъ скатахъ. Кромѣ того она очень легка, потому что черепица заходитъ одна на другую только на ширину закраинъ. Черепица эта настилается или на сплошную досчатую платформу или на частую и брусчатую обрѣшетку и связывается растворомъ.

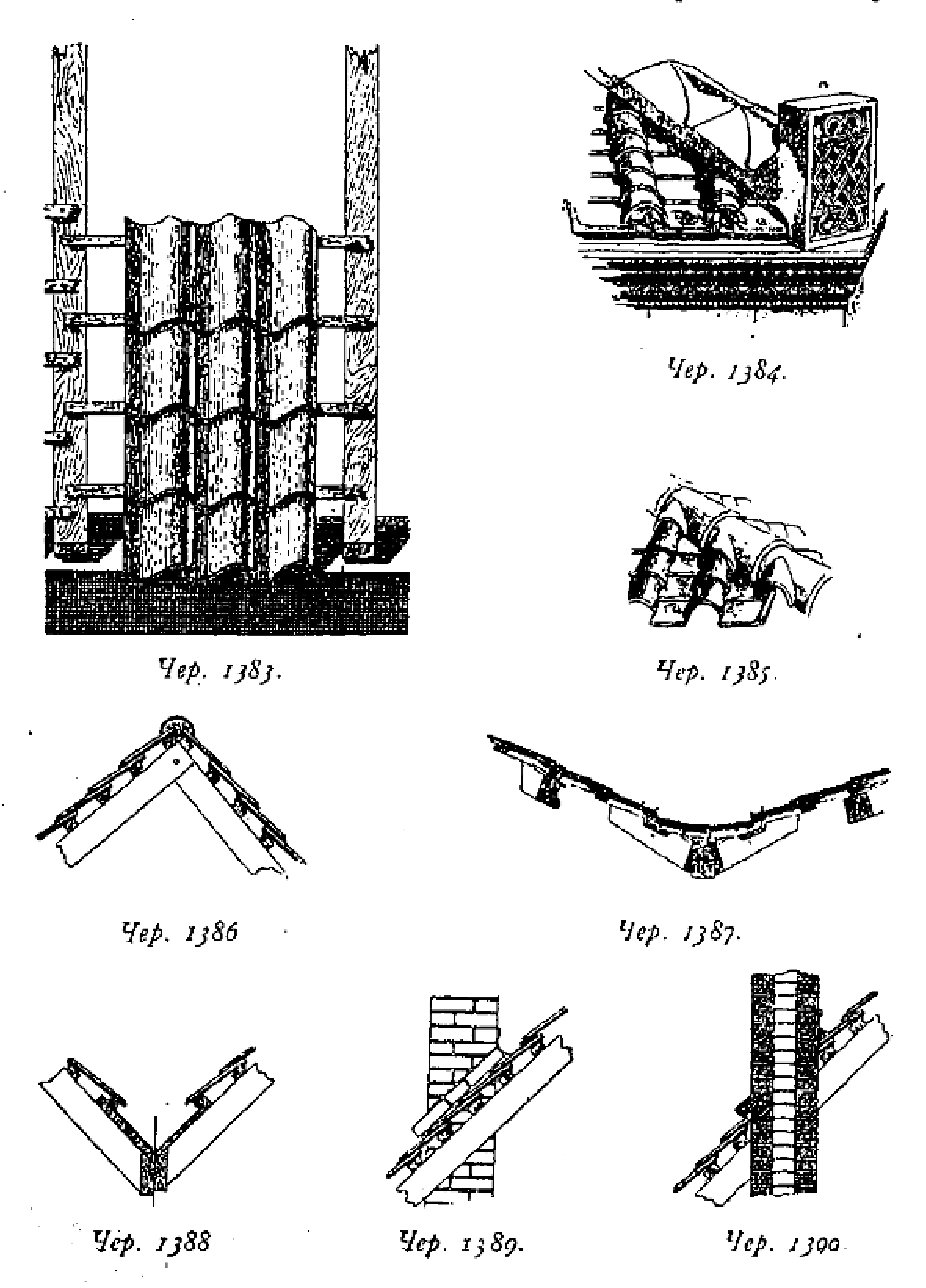


Чер. 1381. *Чер. 1382.*

Для удобнаго стока воды, черепицы настилаютъ такъ, чтобы уголъ каждой изъ нихъ былъ обращенъ внизъ.

Вѣсъ квадратной сажени такой кровли составляетъ около 13 пудовъ. На чер. 1381 (текстъ) показанъ способъ покрытія черепицею, употребляемый во Франціи, Испаніи и Италіи. Черепица этого рода держится на крышѣ только треніемъ, происходящимъ отъ собственнаго ея вѣса, и потому можетъ быть употребляема только при плоскихъ кровляхъ. Крайніе ряды черепицы кладутся всегда на растворѣ. Вѣсъ этой кровли составляетъ около 15 пудовъ на квадратную сажень; но если всѣ швы будутъ заполнены растворомъ, то вѣсъ ея увеличится до 24-хъ пудовъ. Закрой желобчатой черепицы дѣлается около 4-хъ дюймовъ. Наклонъ скатовъ можетъ быть въ 21° (подъемъ въ $^1/_5$) и даже 18° (подъемъ въ $^1/_{16}$). Если черепица держится на обрѣшеткѣ только однимъ треніемъ, то наклонъ ея долженъ быть болѣе 26$^1/_2$° (подъемъ въ $^1/_4$): иначе черепица можетъ падать съ крыши.

e) На чер. 1382—1383 (текстъ) представлена *голландская* или *фламандская* черепица, которая, въ поперечномъ разрѣзѣ, имѣетъ видъ буквы *S*. Въ Россіи черепица эта упо-

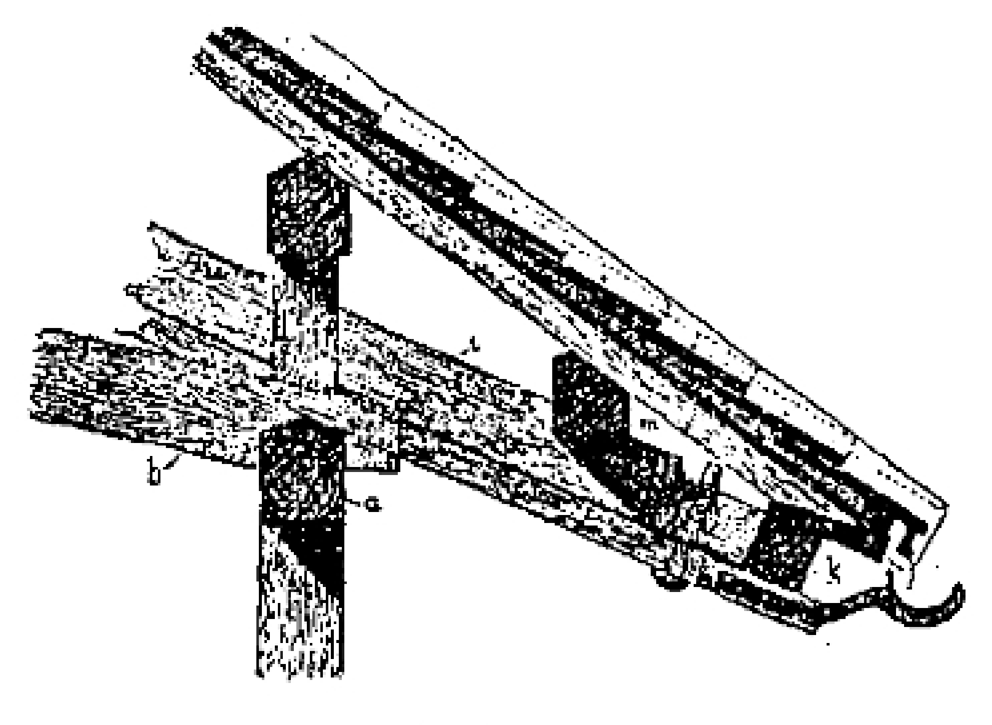


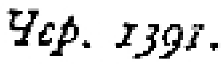
Чер. 1383. *Чер. 1384.* *Чер. 1385.* *Чер. 1386* *Чер. 1387.* *Чер. 1388* *Чер. 1389.* *Чер. 1390.*

требляется чаще другихъ ея видовъ. Голландская черепица имѣетъ на нижней своей поверхности *ключъ (шипъ)*, служащій для зацѣпленія за рѣшетины; поэтому ее можно упо-

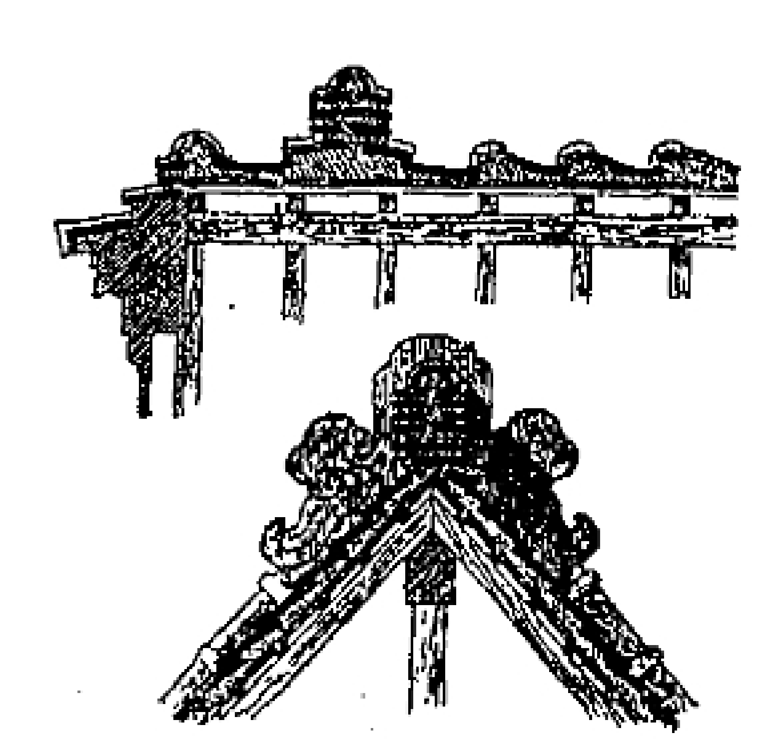
треблять па кровли съ большими подъемами. Впрочемъ она также удобпа для плоскихъ крышъ, у которыхъ подъемъ однакожъ не менѣе ¼ ширины.

У голландской черепицы одно ребро загнуто вверхъ, а другое—внизъ; загнутое внизъ ребро служитъ для закрытія вертикальныхъ швовъ. Одинъ горизонтальный рядъ заходитъ на другой третью своей длины. По причинѣ не достаточно плотнаго соединенія черепицъ (по длинѣ) загнутыми ребрами щели между ними задѣлываются растворомъ, въ который прибавляютъ шерсти для того, чтобы онъ не высыпался. Но и этотъ способъ, въ сѣверныхъ странахъ, не достаточенъ,





Чер. 1391.



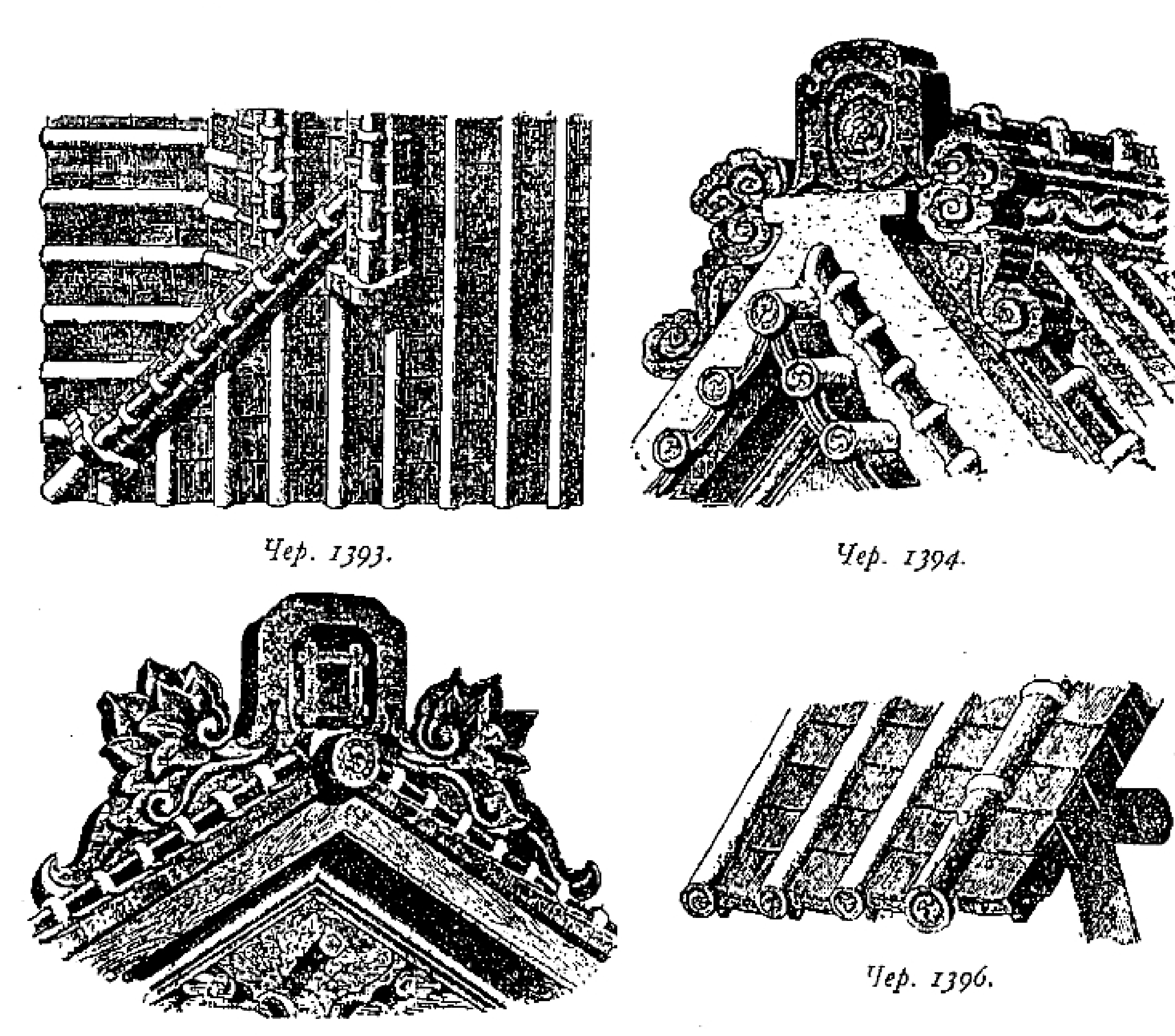
Чер. 1392.

потому что растворъ отъ морозовъ трескается и выпадаетъ. Кровля изъ голландской черепицы вѣситъ въ половину меньше чѣмъ кровля, покрытая плоскою черепицею и потому обходится дешевле послѣдней, но не представляетъ достаточной плотности.

Во всѣхъ вообще черепичныхъ кровляхъ, коньки и выступающіе углы крышъ покрываются желобчатою черепицей (подобною римской canale), чер. 1384, 1385, 1386 (текстъ).

Впалые углы могутъ также быть покрываемы черепицами, но всегда не совершенно, чер. 1387 (текстъ). Гораздо лучше дѣлать ихъ изъ металлическихъ листовъ, подходящихъ подъ ряды черепицъ. Металлическіе листы служатъ также для покрытія сопряженій черепичной кровли съ дымовыми трубами и другими выступами, которые находятся на крышѣ,

чер. 1388, 1389, 1390 (текстъ). Въ Китаѣ и Японіи разнаго рода монументальныя зданія, памятники, гробницы и проч. часто отдѣлываются черепицами изъ фарфора, покрытаго цвѣтною глазурью, обыкновенно желтаго и зеленаго цвѣтовъ. На чер. 1391—1399 (текстъ) представлены образцы конструкціи черепичныхъ кровель въ Японіи. Одинъ изъ



Чер. 1393.

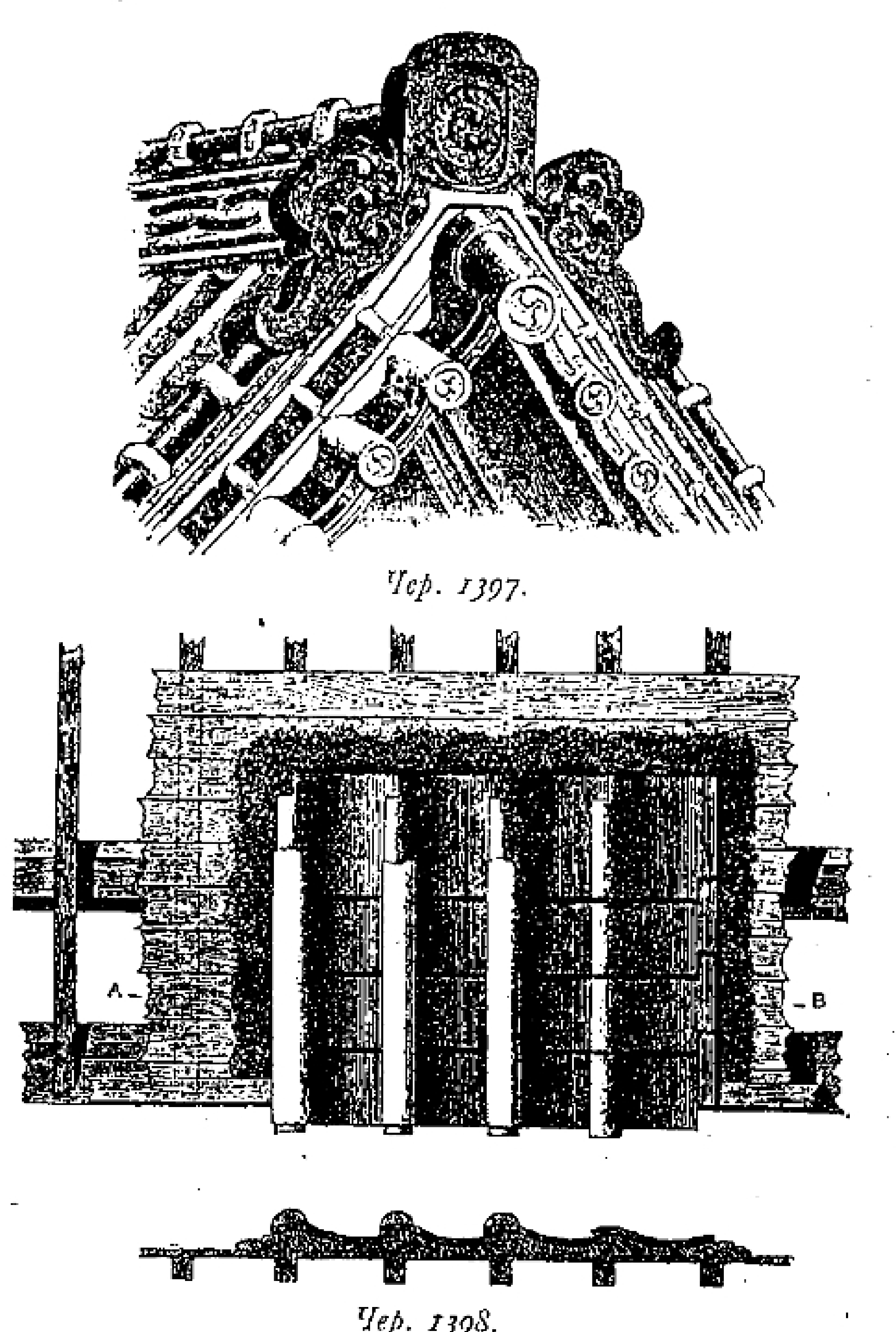
Чер. 1394.

Чер. 1395.

Чер. 1396.

лучшихъ способовъ усиленія прочности черепицъ состоитъ въ покрытіи ихъ глазурью, которая, кромѣ того, придаетъ имъ красивую наружность. Въ Европѣ между XIII и XVII столѣтіями кровли многихъ значительныхъ зданій дѣлались изъ плоскихъ терракотовыхъ черепицъ, покрытыхъ цвѣтною глазурью, причемъ наиболѣе примѣнялись цвѣта черный,

каштановый, красный, гранатовый, желтый и зеленый. Въ настоящее время глазурь употребляется весьма рѣдко, потому что при нынѣшнихъ способахъ ея приготовленія она значительно увеличиваетъ цѣну черепицъ, чер. 1440 (текстъ).



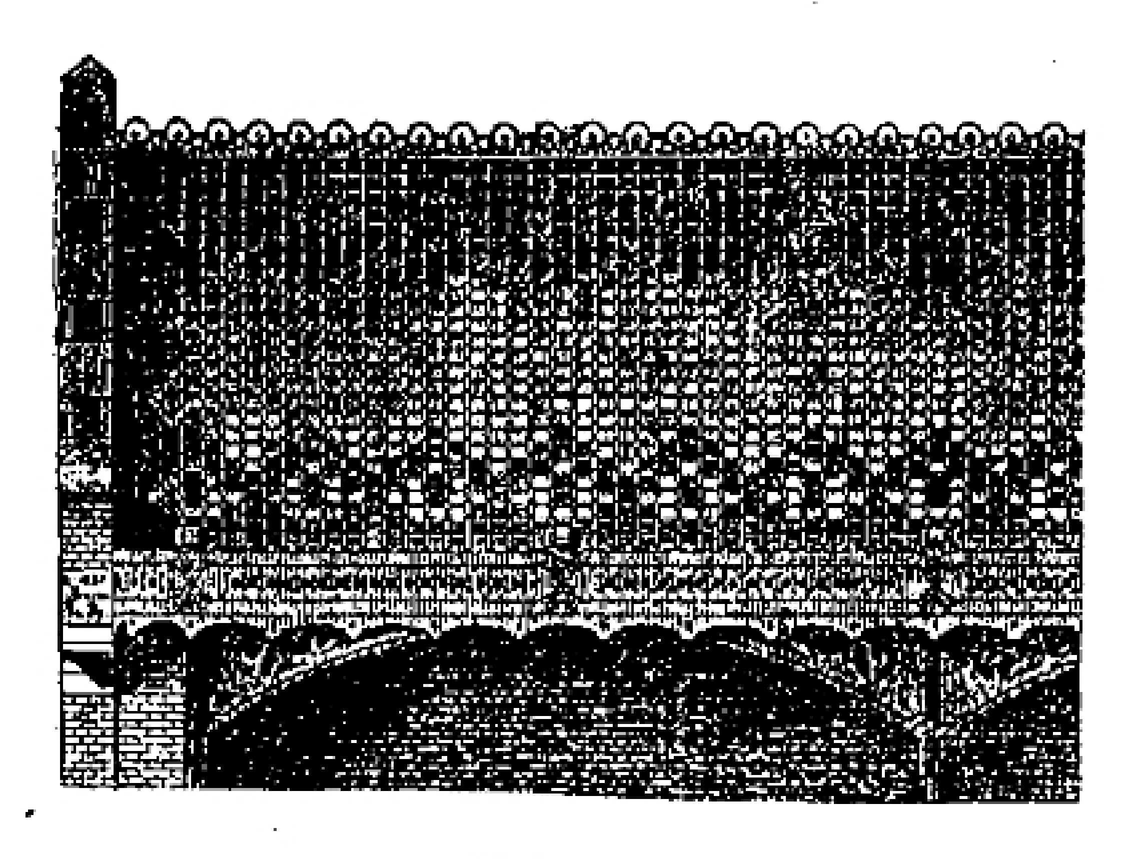
Чер. 1397.

Чер. 1398.

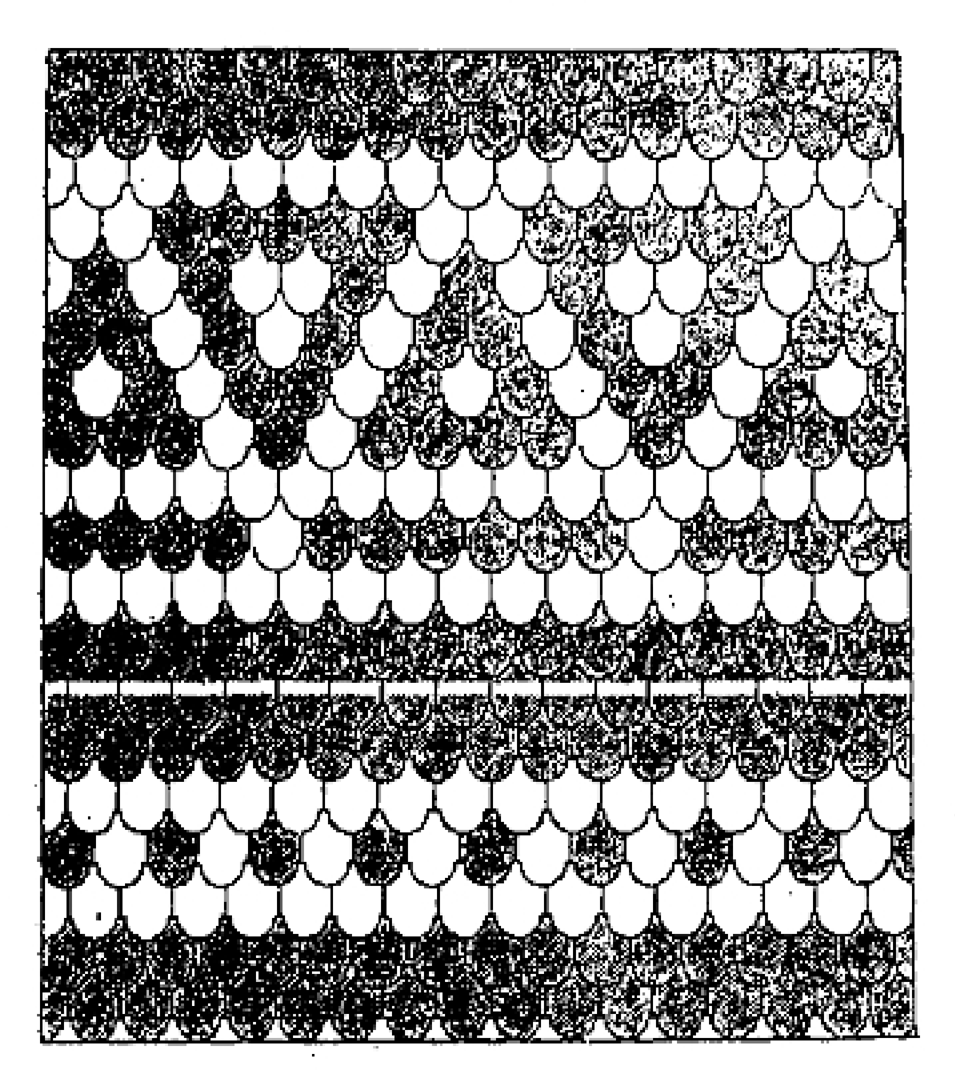
§ 127. **Аспидныя или шиферныя кровли.** Аспидъ, впервые примѣненный для кровель, сначала въ Ирландіи, а затѣмъ во Франціи, въ началѣ среднихъ вѣковъ, вслѣдствіе изобилія его во Франціи, Германіи, Голландіи и Англіи, сталъ примѣняться для той-же цѣли въ поименованныхъ странахъ,

и по настоящее время составляетъ тамъ одинъ изъ главныхъ матеріаловъ для кровельныхъ покрытій.

Аспидъ удобно дѣлится на тонкіе слои, очень легокъ,



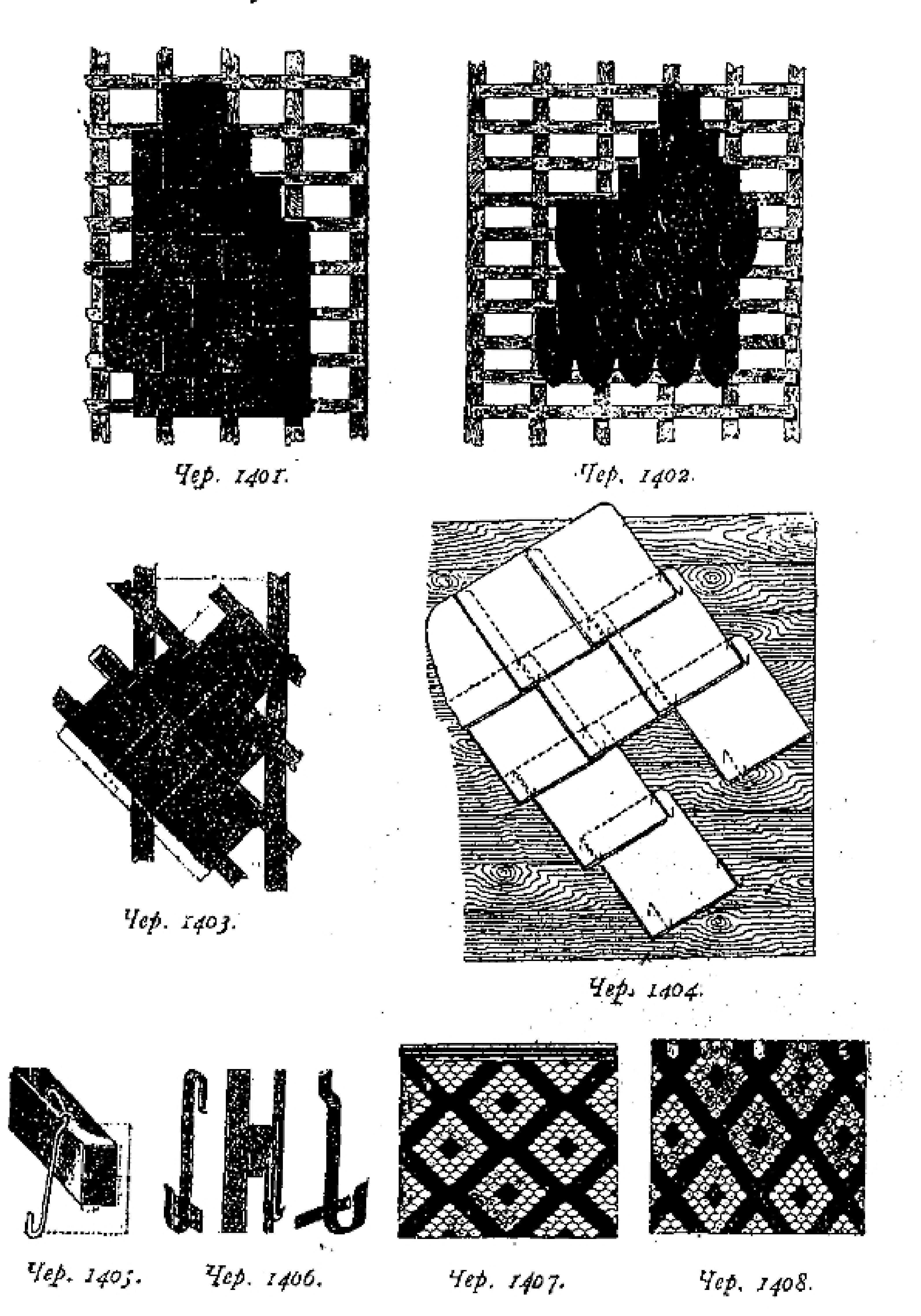
Чер. 1399.



Чер. 1400.

мягокъ при его добываніи, и затѣмъ твердѣетъ на воздухѣ. Недостатокъ аспида, какъ кровельнаго матеріала, состоитъ въ томъ, что онъ трескается отъ морозовъ Аспидныя плитки

имѣютъ около фута длины, $^3/_4$ фута ширины и отъ $1^1/_2''$ до

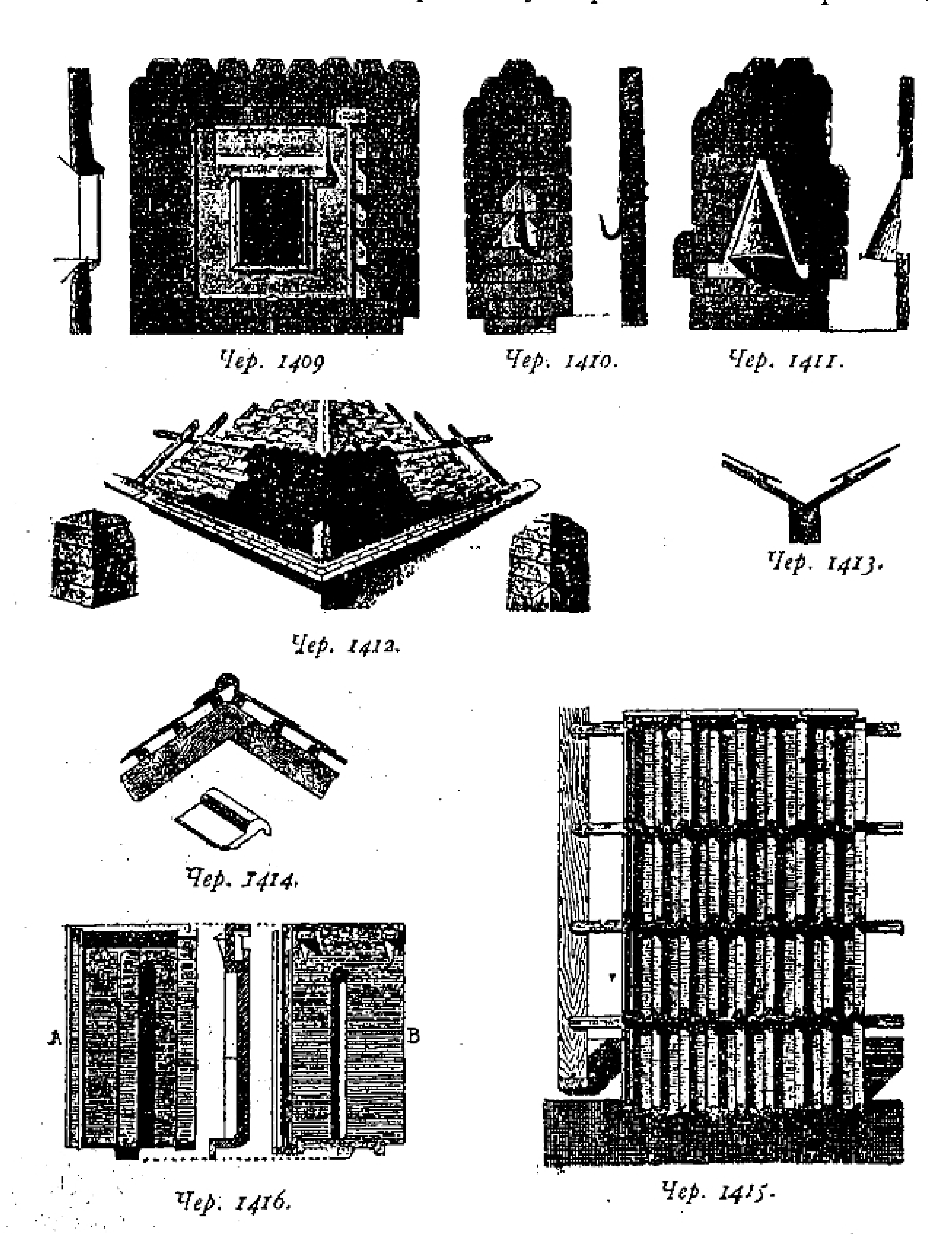


Чер. 1401. Чер. 1402. Чер. 1403. Чер. 1404. Чер. 1405. Чер. 1406. Чер. 1407. Чер. 1408.

2-хъ линій толщины. Покрываніе аспидомъ производятъ слѣдующимъ образомъ. Рѣшетины располагаются другъ отъ

друга па такомъ разстояніи, чтобы каждая плита аспида опиралась на 3-хъ рѣшетинахъ, чер. 1401, 1402 (текстъ).

Аспидъ кладутъ на обрѣшетку горизонтальными рядами,



Чер. 1409 Чер. 1410. Чер. 1411.

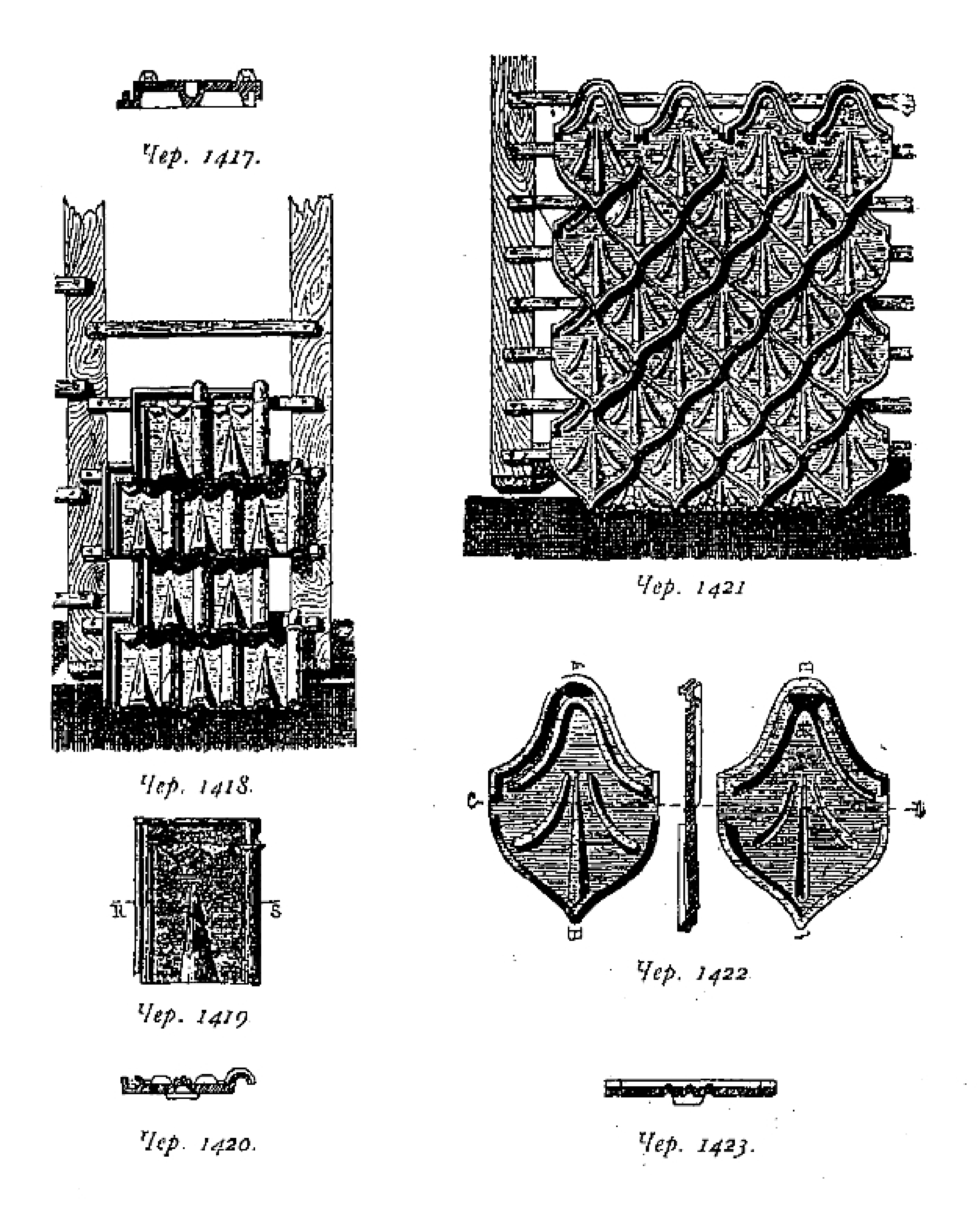
Чер. 1412. Чер. 1413.

Чер. 1414.

Чер. 1416. Чер. 1415.

и притомъ такъ, чтобы швы одного ряда приходились въ перевязку съ швами смежныхъ рядовъ. Каждый рядъ обы-

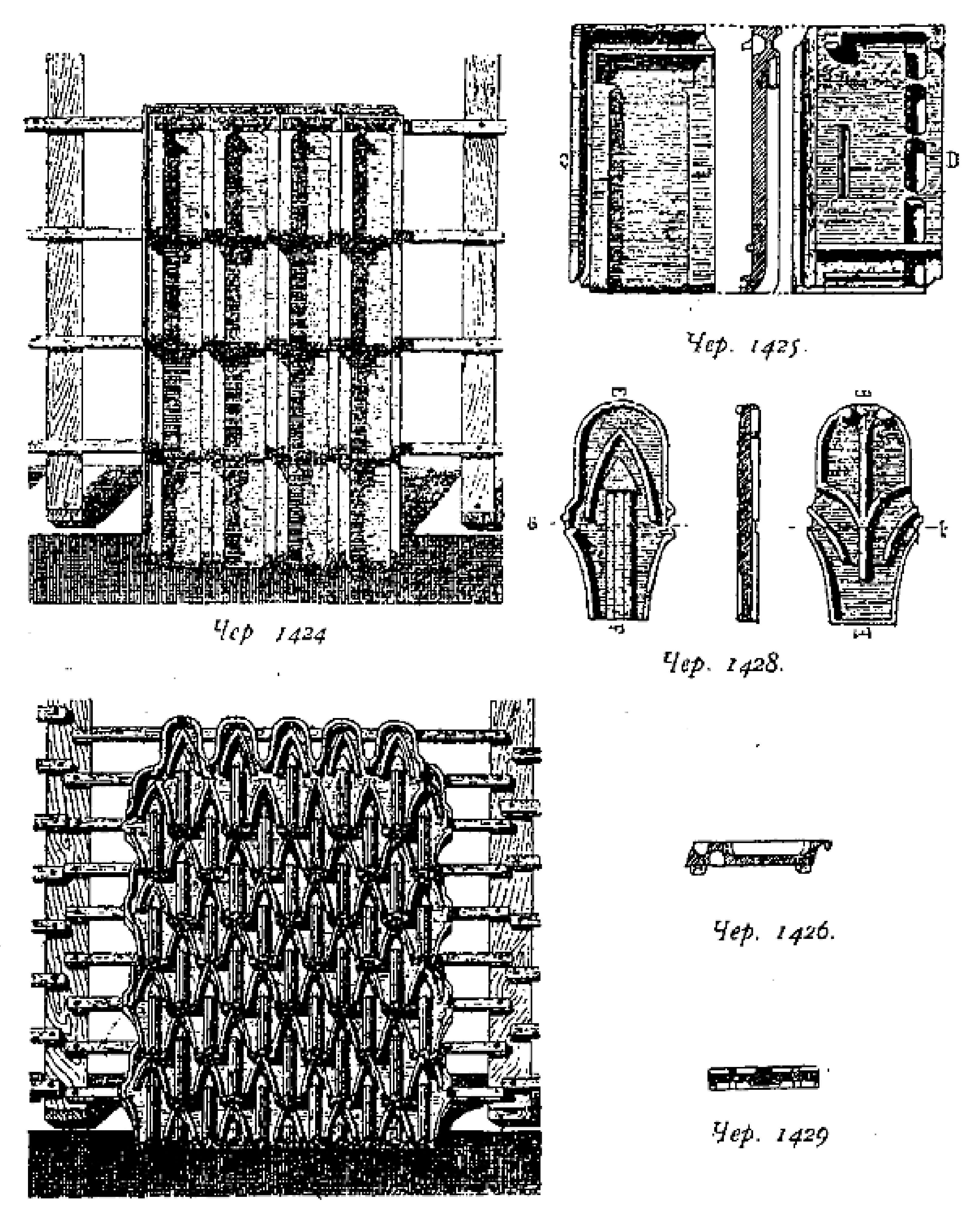
кновенно закрываетъ $^2/_3$ длины непосредственно подъ нимъ лежащаго ряда. Чѣмъ кровля положе, тѣмъ болѣе одинъ рядъ закрываетъ другой. Каждая аспидная досчечка при-



Чер. 1417. Чер. 1418. Чер. 1419. Чер. 1420. Чер. 1421. Чер. 1422. Чер. 1423.

крѣпляется верхнимъ ребромъ своимъ къ рѣшетинамъ двумя гвоздями. Для того чтобы аспидная крыша была непроницаема для воды и хорошо противудѣйствовала усилію вѣтра, досчечки должны плотно прилегать одна къ другой, а для

этого необходимо: 1) чтобы крыша не имѣла косыхъ и криволинейныхъ поверхностей; 2) чтобы рѣшетины были прямыя; и 3) чтобы аспидныя плитки имѣли одинаковую тол-



Чер. 1424

Чер. 1425.

Чер. 1428.

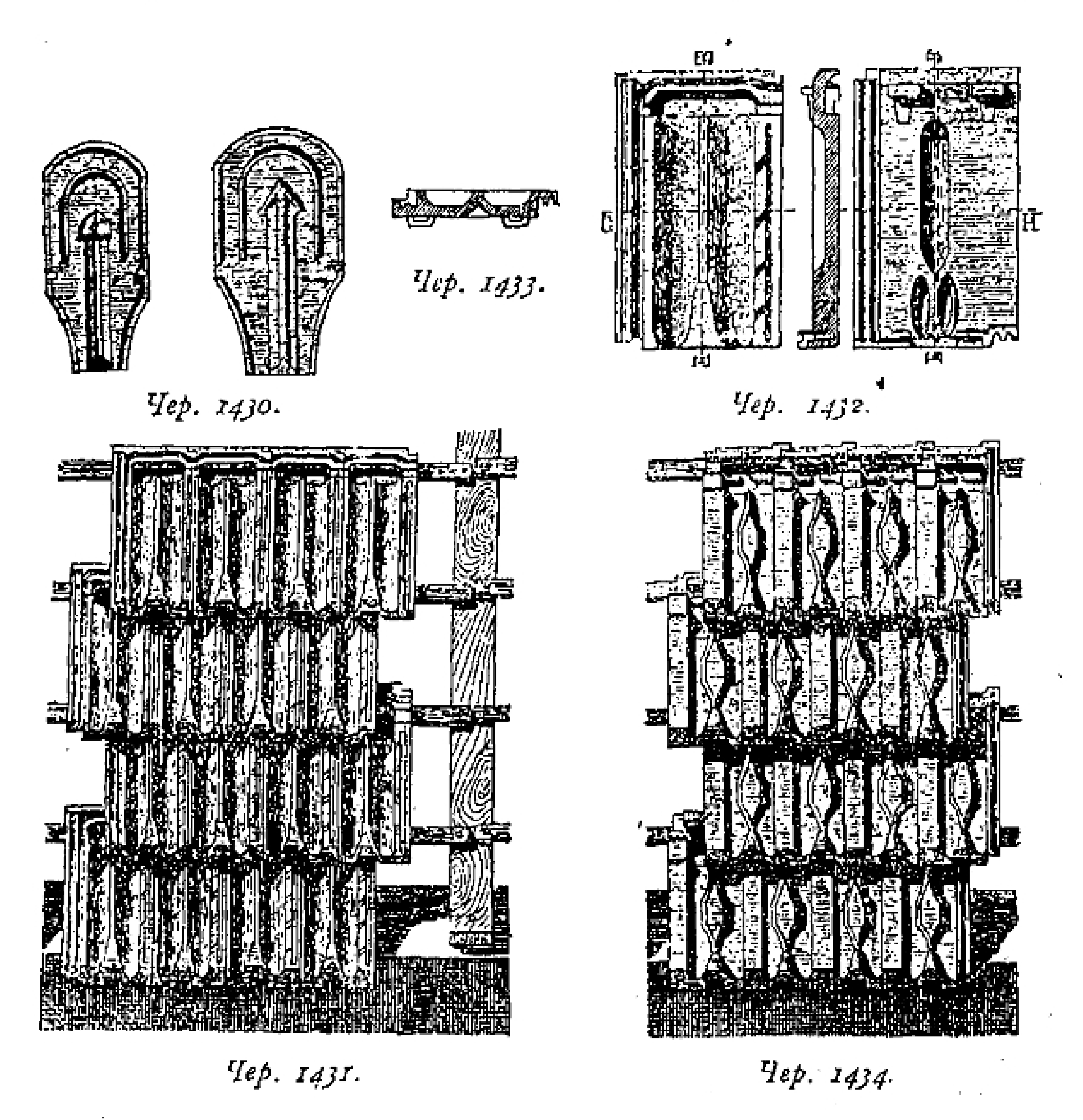
Чер. 1426.

Чер. 1429

Чер. 1427.

щину. Несоблюденіе этихъ условій повлечетъ за собою то слѣдствіе, что нѣкоторые горизонтальные швы будутъ открыты и вѣтеръ, проникая въ нихъ, будетъ срывать досчечки.

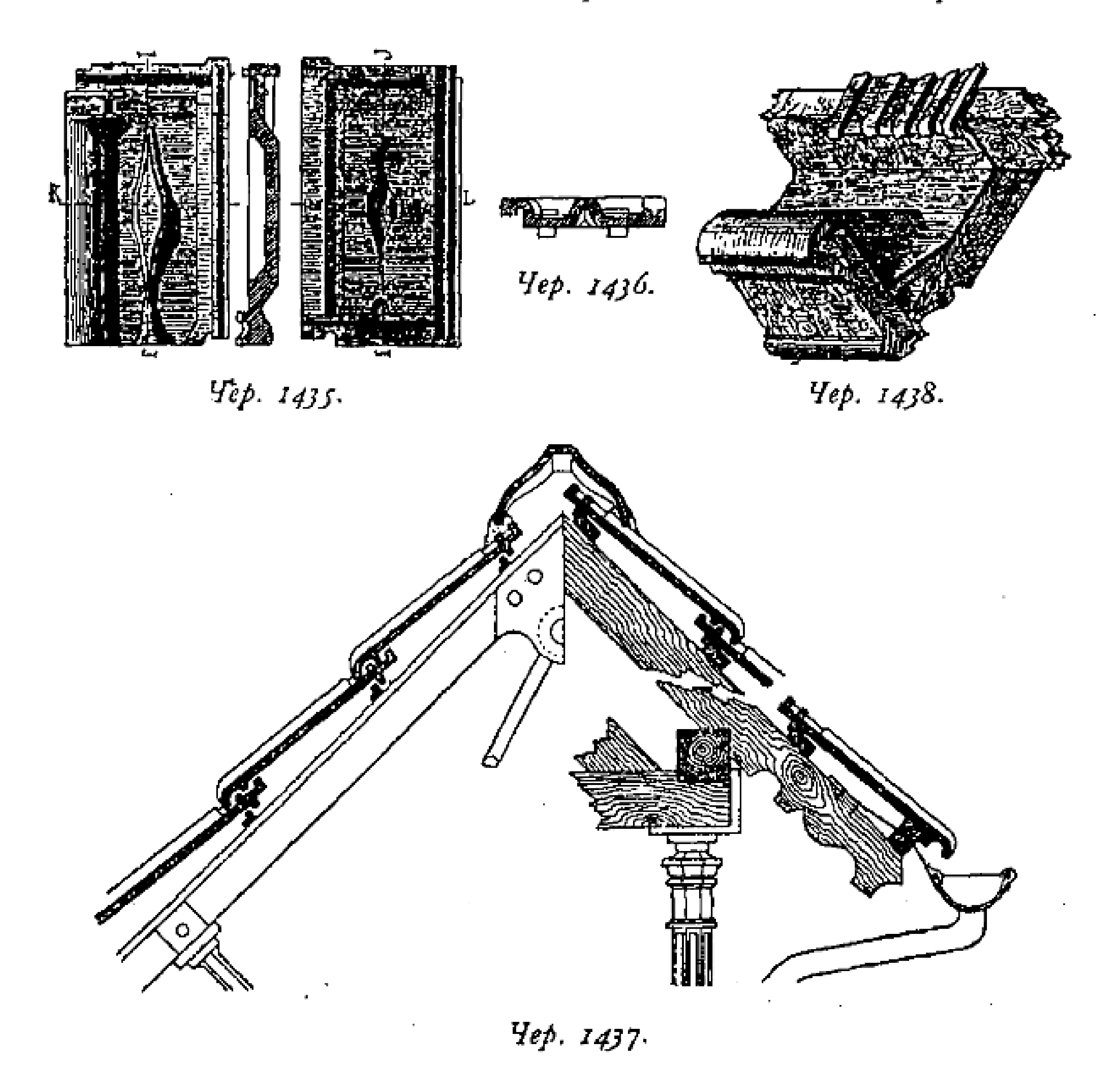
Кромѣ того работники, ходящіе по крышѣ, будутъ ломать тѣ досчечки, которыя не плотно прилегая къ нижнимъ рядамъ, находятся частью на вѣсу. Аспидныя кровли настилаются обыкновенно подъ угломъ въ 45° (подъемъ въ ½); но такой крутой скатъ зависитъ болѣе отъ прииятаго обыкиовенія, чѣмъ отъ необходимости, потому что есть примѣры



Чер. 1430. Чер. 1433. Чер. 1432. Чер. 1431. Чер. 1434.

крышъ съ подъемами въ ⅓ (33½°), которыя не представляютъ никакихъ неудобствъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Германіи аспидныя кровли настилаются на обрѣшетку или на сплошную досчатую опалубку такъ, какъ показано на чер. 1403, 1404 (текстъ). Настилка эта имѣетъ то преимущество, что она дѣлается въ одинъ рядъ. Линіи, проведенныя точ-

ками показываютъ, на сколько одинъ рядъ досчечекъ подкладывается подъ другой. Досчечки настилаются рядами не параллельными къ карнизу для того, чтобы нижнiй острый конецъ каждой изъ нихъ спускалъ съ себя воду на средину досчечки ниже его лежащей. Это условiе наблюдаютъ при кладкѣ всѣхъ рядовъ какъ среднихъ, такъ и крайнихъ.



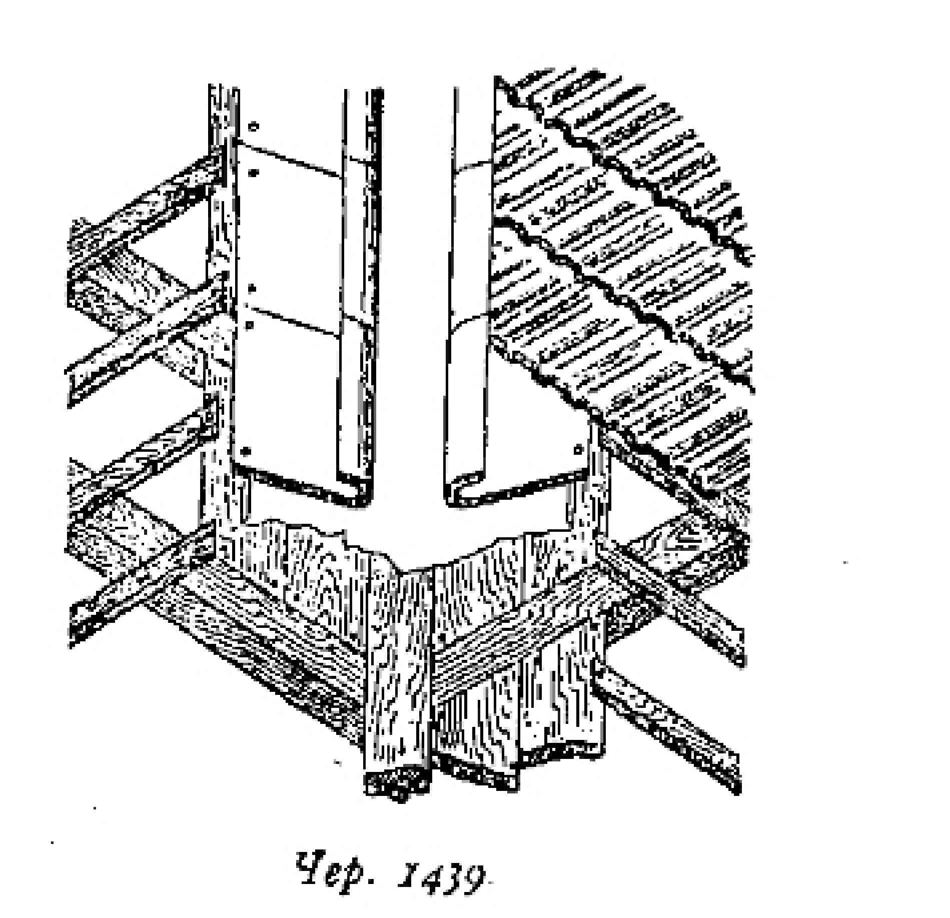
Чер. 1435. *Чер. 1436.* *Чер. 1438.*

Чер. 1437.

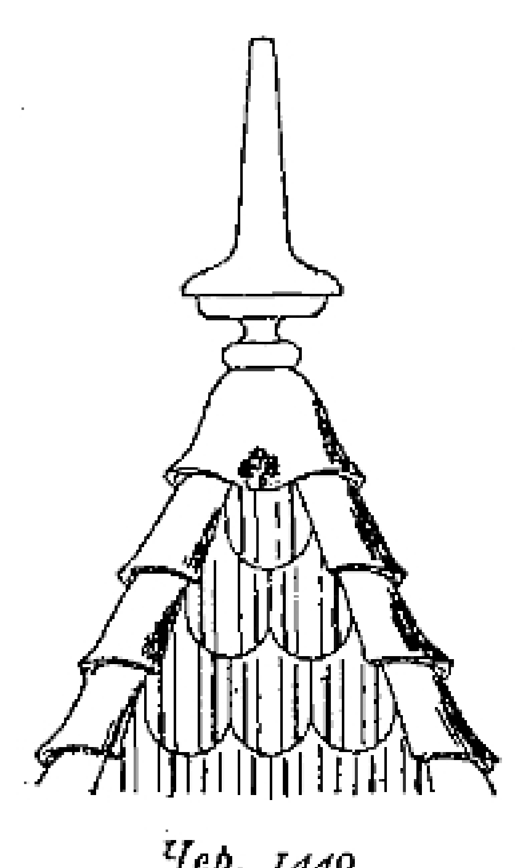
Весьма часто аспидныя досчечки кладутся па известковомъ растворѣ (изъ легко просѣянной извести), которымъ смазываютъ соприкасающiяся плоскости накроевъ. Какъ въ Германiи, такъ и во Фраицiи, въ видахъ большей прочности аспидной кровли, досчечки аспида прикрѣпляютъ иногда желѣзиыми крючьями къ обрѣшеткѣ, чер. 1404—1406 (текстъ). Въ видахъ приданiя аспиднымъ кровлямъ болѣе красиваго

вида, досчечки притесываютъ къ различнымъ рисункамъ и подбираютъ при укладкѣ досчечки двухъ цвѣтовъ подъ узоръ чер. 1407 — 1408 (текстъ). На чер. 1409 — 1414 (текстъ), показаны детали устройства аспидныхъ кровель.

§ 128. Черепица изготовленная механически. Послѣ многихъ изысканій и комбинацій относительно выпуклостей и выгнутостей въ черепицахъ, черепичные фабриканты стали изготовлять черепицу механическимъ путемъ по нижеуказаннымъ различнымъ моделямъ, при которыхъ получилась возможность: облегчить стокъ съ крышъ воды, придавать крышамъ болѣе пологіе уклоны, уменьшить вѣсъ квадратной



Чер. 1439.



Чер. 1440.

сажени кровли и наконецъ увеличить сопротивленіе разрушительному дѣйствію на черепичныя кровли сильныхъ вѣтровъ. Но при этомъ нельзя не замѣтить, что вмѣстѣ съ тѣмъ новыя формы черепицъ получились болѣе сложными, тщательная выдѣлка и обжигъ ихъ до надлежащей степени стали затруднительными.

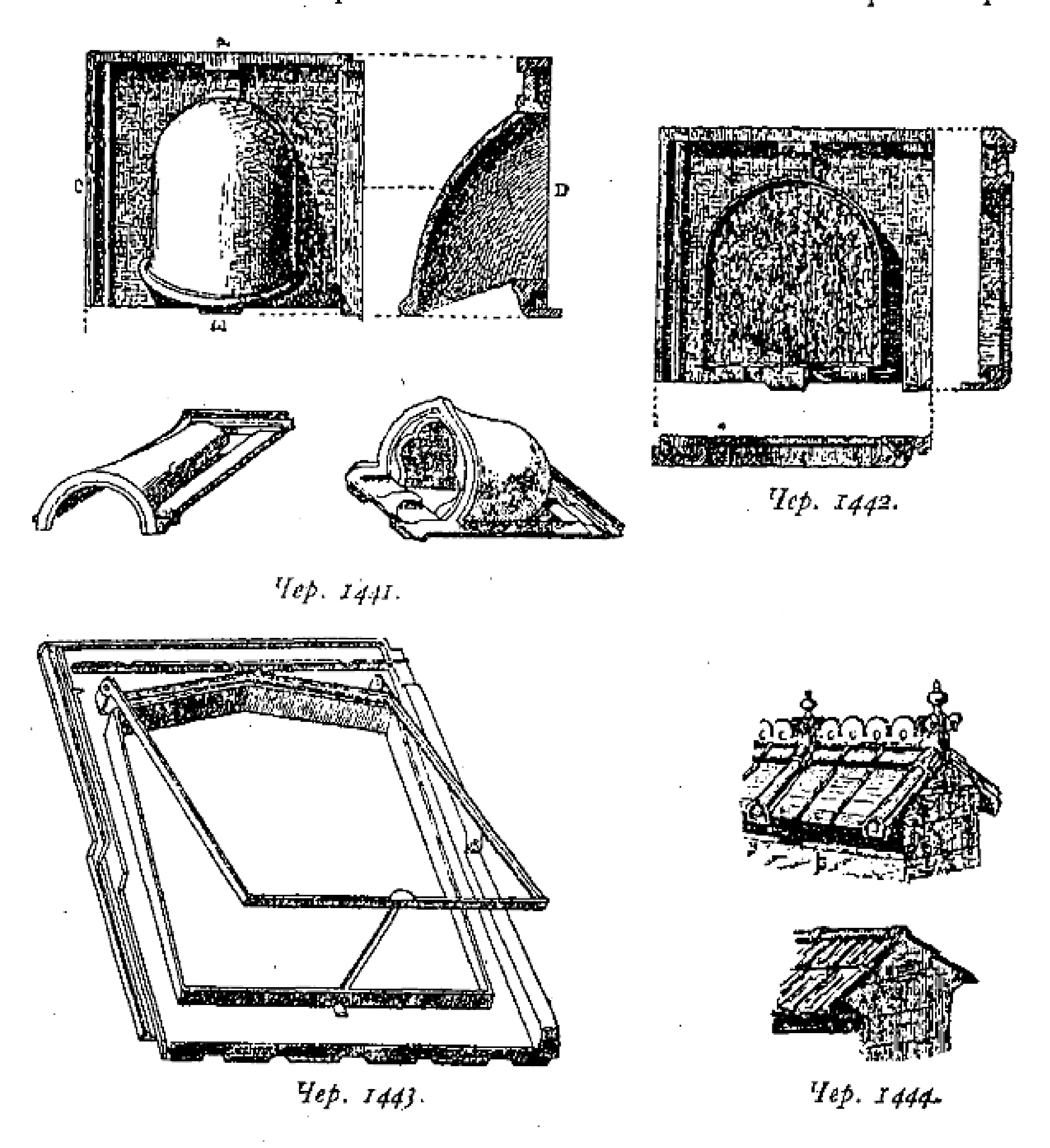
Механическія черепицы прикрѣпляются обыкновенно каждая двумя крючьями (шипами) къ пиленымъ брускамъ обрѣшетки.

На чер. 1415—1443 (текстъ) представлены типы механическихъ черепицъ, примѣняемыхъ во Франціи и въ Германіи.

Механическая черепица во Франціи и въ Германіи весьма

часто примѣняется для покрытія стѣнъ оградъ каменныхъ или кирпичныхъ. На чер. 1444—1446 (текстъ) представлено нѣсколько типовъ таковыхъ покрытій.

Кромѣ механическихъ черепицъ во Франціи и въ Германіи послѣднее время стали выдѣлывать для покрытія кро-



Чер. 1441.

Чер. 1442.

Чер. 1443.

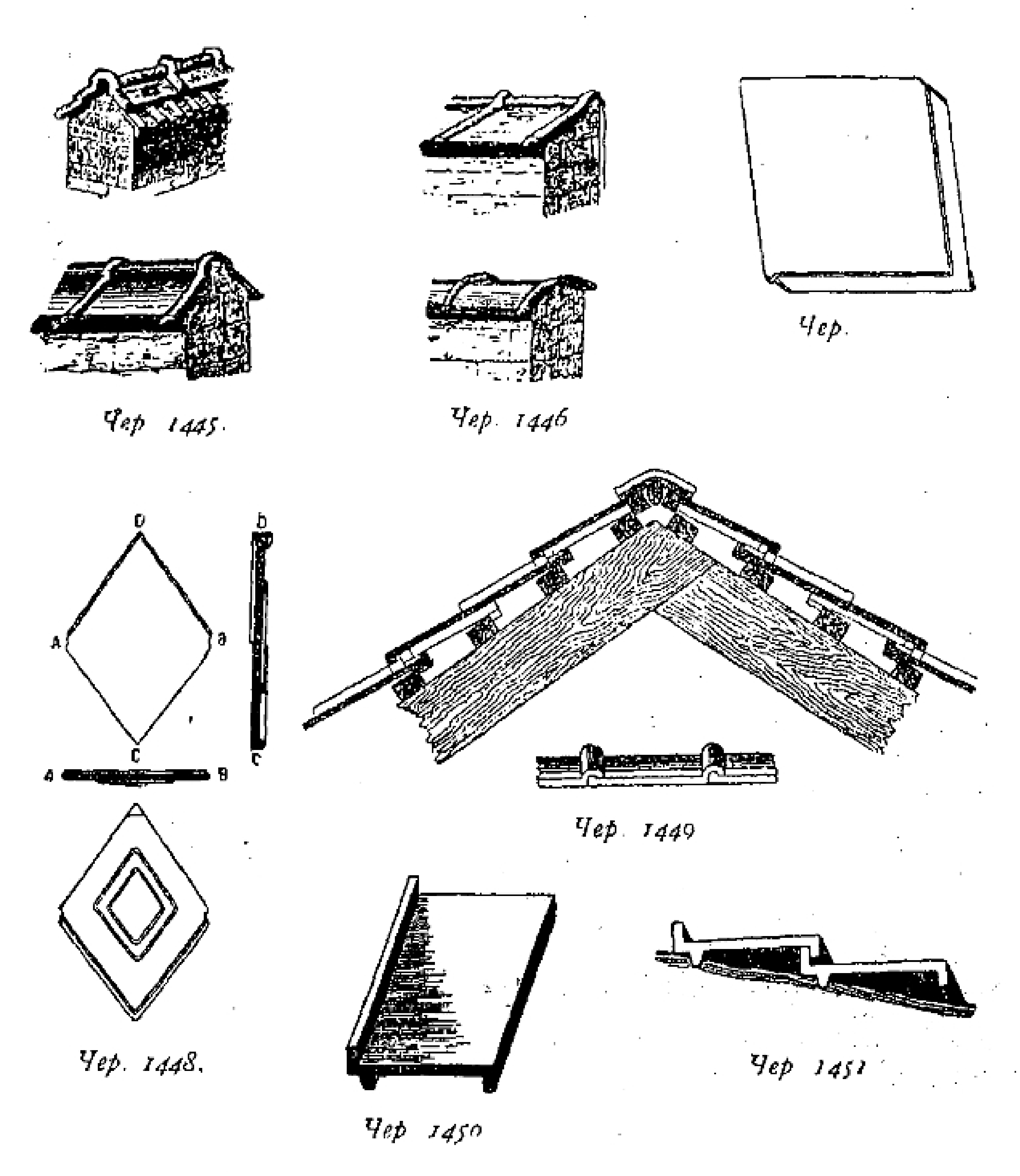
Чер. 1444.

вель цементныя плитки. На чер. 1447—1453 (текстъ) показаны типы таковыхъ плитокъ.

§ 129. **Кровли каменныя.** Греки и римляне, какъ уже объяснено выше, покрывали первоначально свои зданія черепицей. Только впослѣдствіи при возведеніи монументальныхъ зданій, храмовъ и проч., они, взамѣнъ черепицы, стали упо-

треблять каменныя плиты, преимущественно изъ бѣлаго мрамора. Формы этимъ плитамъ придавались почти тѣже, которыя имѣли плоскія черепицы.

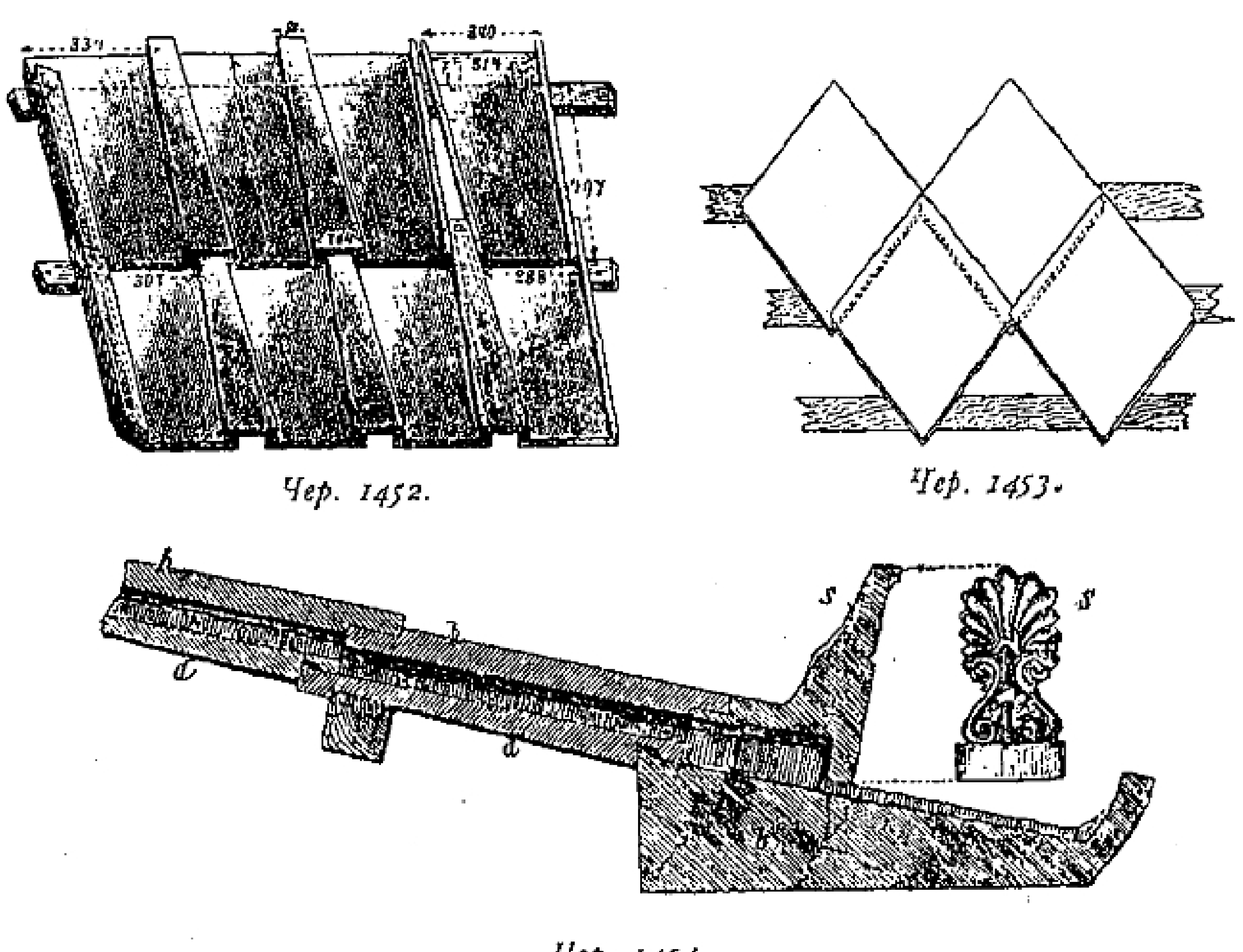
На чер. 1454—1456 (текстъ) представлены способы укладки



Чер. 1445. Чер. 1446 Чер. Чер. 1448. Чер. 1449 Чер. 1450 Чер. 1451

и укрѣпленія плитъ на кровляхъ. Горизонтальные швы плитъ дѣлались въ закрой съ внутреннимъ гребнемъ. Швы перпендикулярные къ коньку состояли изъ поднятыхъ вверхъ закраинъ, которыя, плотно прилегая одна къ другой, покрываются сверху особенными камнями, чер. 1455—1456 (текстъ).

Средина этихъ камней вытесана желобомъ такъ, чтобы закраины перваго ряда плитъ и верхушка лежащаго ниже конуса могли въ ней помѣститься. Первые конусы (антефиксы), лежащіе у нижняго края крыши, имѣютъ широкое основаніе — полное (невыжелобленное) и на немъ обыкновенно вытесываются украшенія. Этотъ способъ покрытія здаийй, чрезвычайно прочный и красивый, былъ употребляемъ въ греческихъ храмахъ; плиты и конусы дѣлались изъ бѣ-



Чер. 1452.

Чер. 1453.

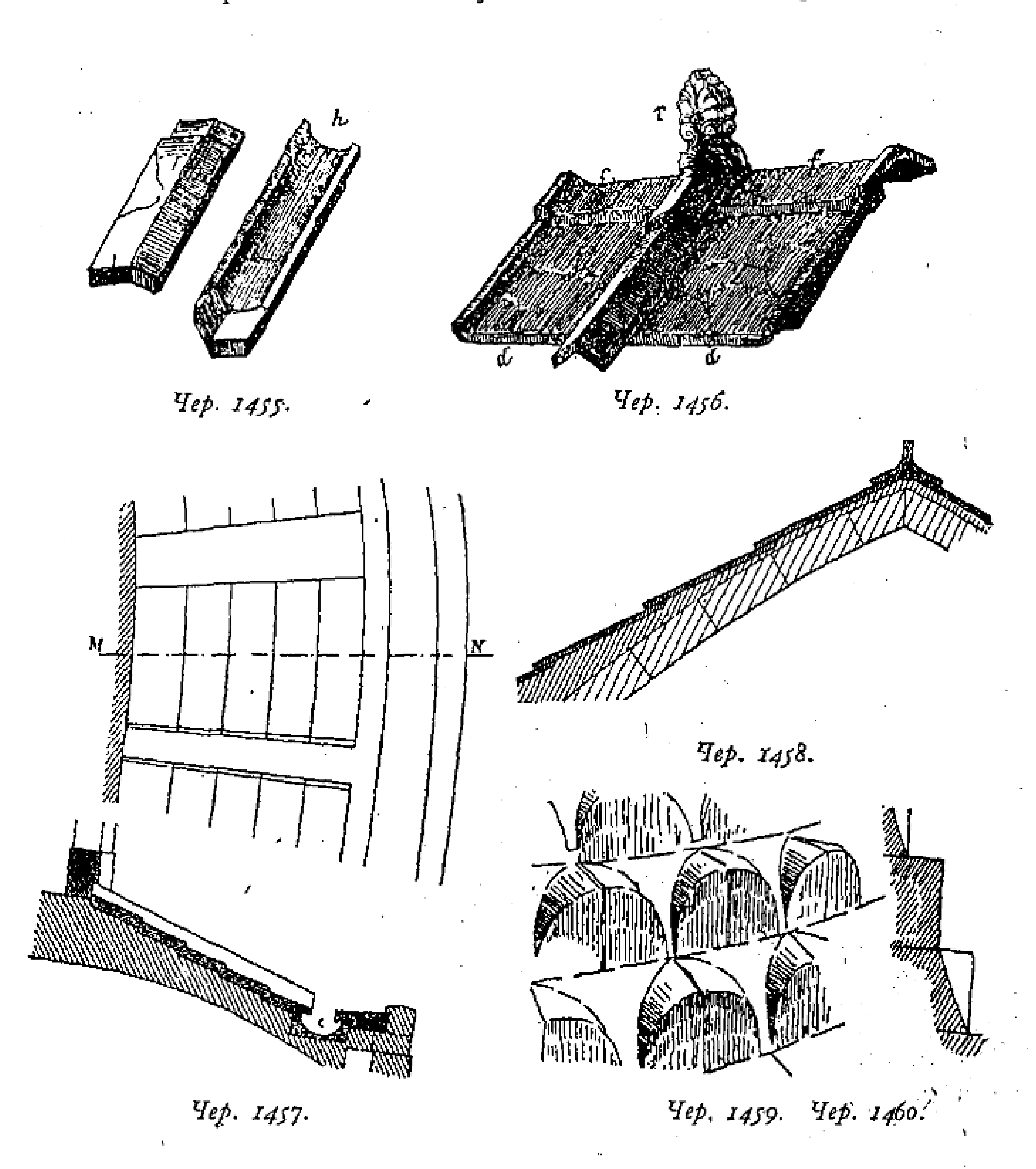
Чер. 1454.

лаго мрамора и концы конусовъ украшались скульптурными акротерами.

На чер. 1457 — 1458 (текстъ) показаио устройство каменной кровли на зданіи Пантеона въ Парижѣ, устроенной въ подражаніе каменнымъ кровлямъ древнихъ греческихъ античныхъ зданій.

Остатки прежнихъ церковныхъ зданій, сохранившіеся до настоящаго времени показываютъ частое примѣненіе камен-

ныхъ кровель на крышахъ церквей, въ особенности пирамидальныхъ и коническихъ крышъ колоколенъ. Конструкція таковыхъ крышъ изъ плитъ, укладываемыхъ непосредственно



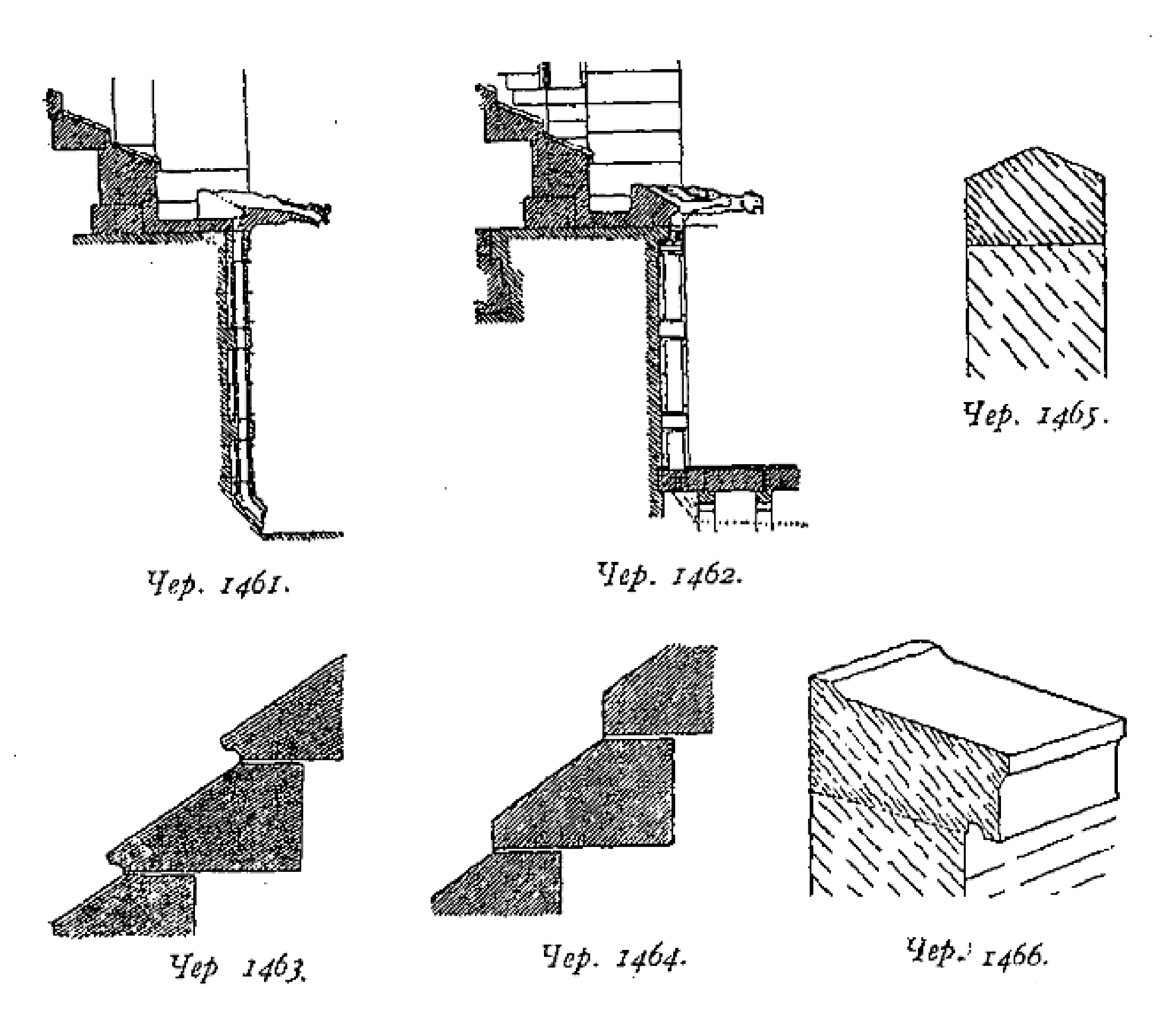
Чер. 1455. Чер. 1456.

Чер. 1458.

Чер. 1457. Чер. 1459. Чер. 1460.

на каменной кладкѣ, безъ посредства стропилъ, показаиа на чер. 1459—1468 (текстъ). Плиты клалисі на гидравлическомъ растворѣ уступами, швы тщательно задѣлывались тѣмъ-же растворомъ.

Плитныя изъ камня покрытія примѣняются часто и въ настоящее время для покрытія каменныхъ оградъ, чер. 1465—1467 (текстъ). Плиты вытесываются по рисунку и кладутся на гидравлическомъ растворѣ. Чер. 1469 (текстъ) представляетъ примѣръ выстилки террасъ лещаднымъ камнемъ: на хребтѣ свода, выравненномъ подъ нѣсколько наклонную плоскость, положены лещадки на гидравлическомъ растворѣ.



Чер. 1461. *Чер. 1462.* *Чер. 1465.*

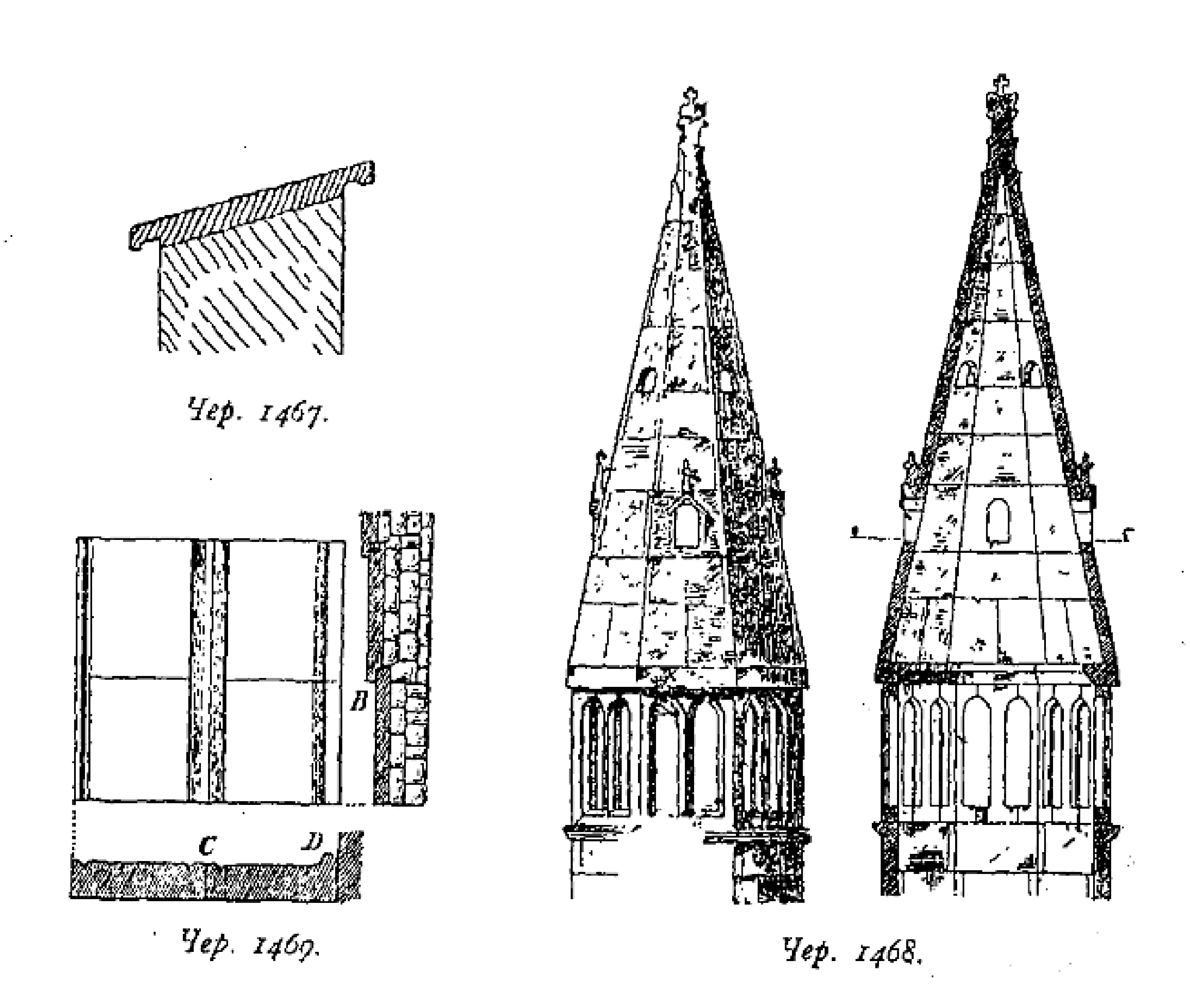
Чер 1463. *Чер. 1464.* *Чер. 1466.*

Сопряженіе лещадокъ по линіямъ перпендикулярнымъ къ стоку воды сдѣлано въ закрой *(Б)*, а швы, идущіе параллельно къ стоку (е), просто стыкомъ; только для отклоненія воды, проникающей въ швы, вытесаны дорожки. Въ *D* видно сопряженіе террасы со стѣною. Всѣ швы по расчисткѣ ихъ замазываются масляною краскою.

§ **130. Древесно-цементныя кровли.** Впервые древесно-цементныя кровли примѣнены около 30 лѣтъ тому назадъ въ Си-

лезіи Самуиломъ Гейслеръ изъ Гиршберга и примѣняются въ Австріи и Германіи. Въ составъ покрытій древесно цементныхъ входятъ: бумага, напитанная древеснымъ цементомъ и песчаный слой, предохраняющій ее отъ порчи.

Бумага, примѣняемая для покрытія, должна быть однородиаго состава и одинаковой толщины. Она должна достаточно сопротивляться разрыву, въ изломѣ представлять во-



Чер. 1467.

Чер. 1469.

Чер. 1468.

локнистую массу и при сгибаніи не должна ломаться, она должна быть проклеенная.

Бумага, квадратный аршинъ который вѣситъ не менѣе 0,3 фунта и которая удовлетворяетъ всѣмъ вышеприведеннымъ условіямъ, вполнѣ пригодна для дѣла.

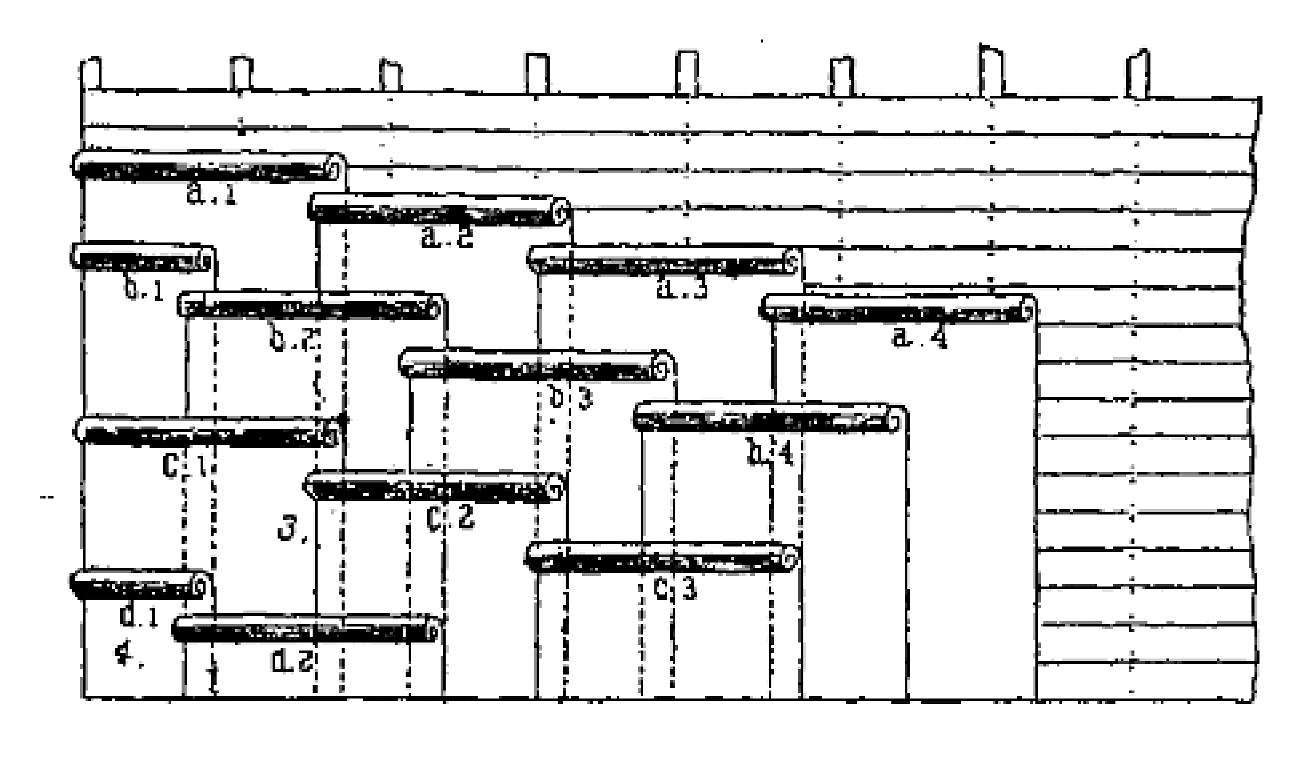
Древесный цементъ представляетъ смолистую массу, состоящую изъ смѣси *дегтя, каменно-угольной смолы и сѣры.*

Составъ этотъ схожъ съ вулканизированнымъ каучукомъ.

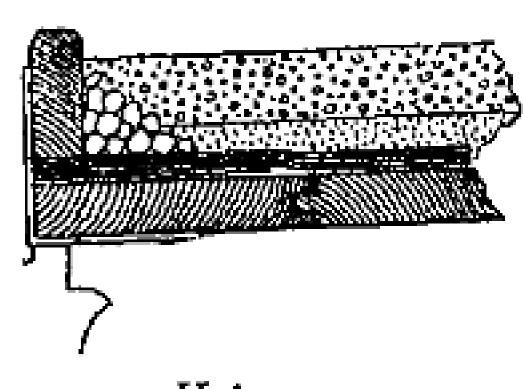
По Бэдекеру употребительный составъ слѣдующій:

Дегтя	3	пуда.
Каменно-угольной смолы. . .	2,36	„
Сѣры	0,61	„

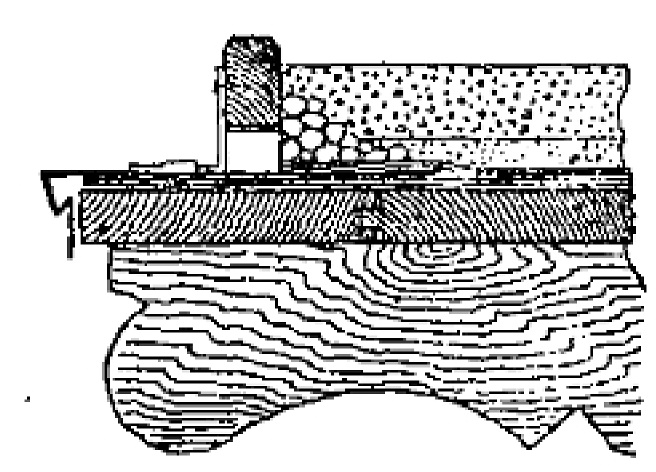
Нѣкоторые фабриканты прибавляютъ къ этой смѣси около



Чер. 1470.



Чер. 1471.



Чер. 1472.

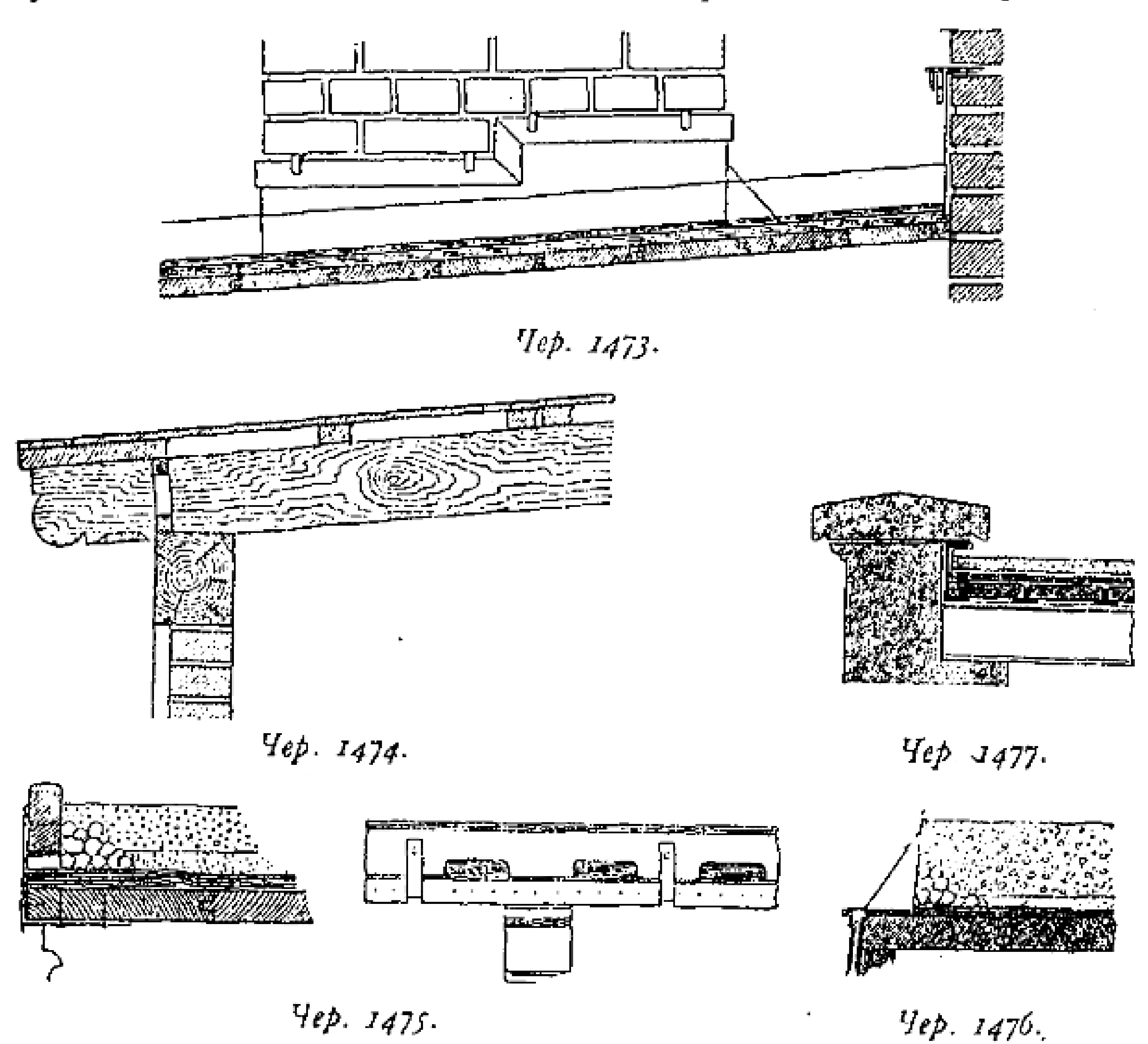
3-хъ фунтовъ парафина, который, придавая массѣ эластичность и мягкость, вмѣстѣ съ тѣмъ облегчаетъ обработку таковой.

Составныя части примѣси кипятятся въ котлѣ отъ 10 до 12 часовъ, пока смѣсь, послѣ остыванія, не представитъ вполнѣ однородной и плотной массы. Древесный цементъ, охладившись, представляетъ густую темно-бурую жидкость. Отличительные признаки хорошо изготовленнаго древеснаго цемента состоятъ въ томъ, что онъ значительно тягучъ и эластиченъ, эластичность эта сохраняется даже при -20° Р, при температурѣ $+15$ до $+18^\circ$, масса не должна прили-

пать къ вдавленной въ нее ладони, запахъ хорошо приготовленной массы характерный, напоминающій запахъ сѣры.

Песокъ, употребляемый для работъ, долженъ быть рѣчной, чистый, безъ землистыхъ частицъ.

Для устройства кровли предварительно дѣлается опалубка изъ $1^{1}/_{2}$ дюймовыхъ досокъ, прибитыхъ къ стропиль-



Чер. 1473.

Чер. 1474.

Чер. 1477.

Чер. 1475.

Чер. 1476.

нымъ ногамъ, разставленнымъ на разстояніи отъ $1^{1}/_{4}$ до $1^{1}/_{2}$ аршина, середина отъ середины.

Доски должны быть по возможности сухія. Поверхность палубы должна представлять ровный и гладкій видъ безъ выступающихъ кромокъ досокъ.

Доски прибиваются къ стропильнымъ ногамъ гвоздями, чер. 1470—8476 (текстъ), шляпки которыхъ нѣсколько углубляются. Опалубка по металлическимъ стропиламъ представлена на чер. 2477 (текстъ).

На устроенной опалубкѣ тщательно разравнивается слой

мелко просѣяннаго песку толщиною $^1/_4$ дюйма. Послѣ этого приступаютъ къ укладкѣ перваго слоя бумаги. Бумага для этихъ работъ изготовляется свертками отъ 2-хъ до $2^1/_4$ аршинъ ширины, длина ея въ сверткахъ измѣняется отъ 85 до 125 аршинъ. Бумагу разрѣзаютъ на куски соразмѣрно длинѣ ската кровли отъ карниза до карниза; работа эта производится обыкновенно подъ навѣсомъ и по окончаніи ея полученныя полосы одинаковой длины снова свертываются. Кромѣ этихъ полосъ изготовляются еще куски, разрѣзанные по длинѣ, называемые перевязочными полосами; ширина послѣднихъ измѣняется отъ $^1/_4$ до $^3/_4$ ширины цѣльной полосы. Первый рядъ бумаги укладывается на выровненную поверхность песка такимъ образомъ, чтобы каждая послѣдующая полоса перекрывала предшествующую на 6 дюймовъ, чер. 1470 (текстъ). Полосы перваго ряда прикрѣпляются къ досчатой палубѣ, помощью широкошляпныхъ гвоздей (длина 1 дюймъ, изъ оцинкованнаго желѣза) вбитыхъ на разстояніи 1-го фута другъ отъ друга, не по всей длинѣ полосъ, а только къ коньку и къ краямъ крыши. Нижняя поверхность перваго ряда, равно и шестидюймовый закрой между полосами не покрываются древеснымъ цементомъ.

По настилкѣ первыхъ двухъ кусковъ перваго ряда, начинаютъ второй рядъ, кстати замѣтимъ, что работу начинаютъ всегда съ одного конца крыши, первый укладываемый кусокъ второго ряда имѣетъ ширину около 1-го аршина 8 вершк., т. е. $^3/_4$ цѣльнаго куска; это необходимо, чтобы достигнуть правильной перевязки въ долевыхъ швахъ между первымъ и вторымъ рядомъ. Передъ укладкой перваго куска второго ряда пропитываютъ или вѣрнѣе смазываютъ первый кусокъ перваго ряда на ширину 1 арш. 8 вершк., т. е. на ширину накладываемаго перваго куска второго ряда нагрѣтымъ древеснымъ цементомъ, который наносится помощью длинноволосной мягкой щетки, ровнымъ и тонкимъ слоемъ. По мѣрѣ нанесенія древеснаго цемента, развертывается первый кусокъ второго ряда и приглаживается къ цементу; операція эта требуетъ большой тщательности, во избѣжаніе образованія складокъ и пузырей. Приглаживаніе производится также мягкими щетками.

Когда первый кусокъ второго ряда уложенъ, то сейчасъ же покрываютъ его на ширину 1 аршина древеснымъ цементомъ и кладутъ первый кусокъ третьяго ряда, который дѣлается шириною въ половину цѣльной полосы; наконецъ, смазавши послѣднiй нагрѣтымъ цементомъ на ширину перваго куска четвертаго ряда, который дѣлается шириною не болѣе 8-ми вершковъ, т. е. одной четверти полосы, укладываютъ послѣднiй.

Когда по вышесказанному уложены первые куски четырехъ слоевъ, то продолжаютъ работу тѣмъ же способомъ, укладывая цѣльныя полосы бумаги отъ края до края кровли.

Когда четвертый слой уложенъ, то всю поверхность бумажной настилки еще разъ смазываютъ деревяннымъ цементомъ, слоемъ нѣсколько большей толщины и немедленно посыпаютъ всю поверхность мелкимъ сухимъ пескомъ или золою, слоемъ толщиною отъ 1/4 до 1/2 дюйма. Затѣмъ насыпаютъ крупный песокъ слоемъ въ 3/4 дюйма и, наконецъ, слой крупнаго гравiя или щебня толщиною въ 1 1/2 дюйма, къ которому примѣшивается глина или жидкiй известковый растворъ (на весь слой около 1/10 по объему). Какъ глину, такъ и растворъ, слѣдуетъ передъ укладкой перемѣшать со щебнемъ.

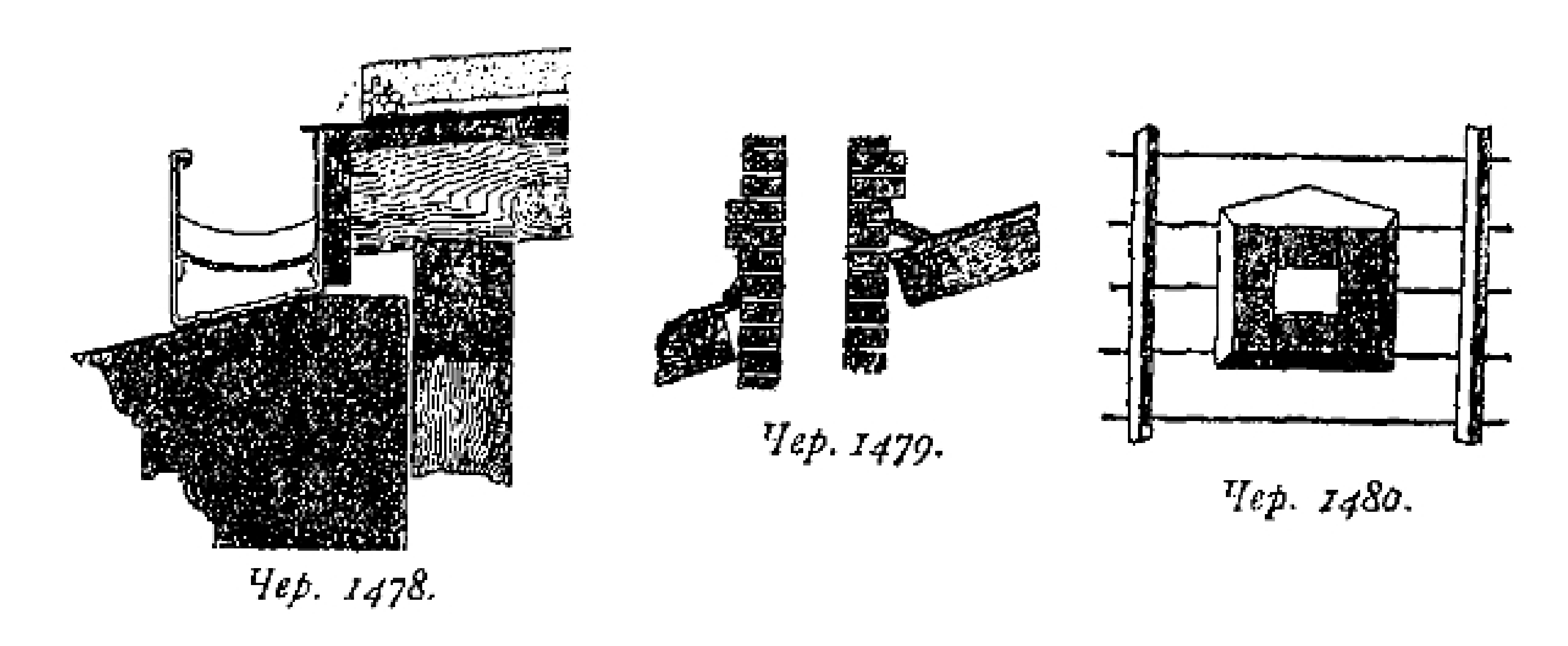
Разсыпанный третiй слой выравнивается и затѣмъ или укатывается каткомъ, или убивается деревянными колотушками или трамбовками.

Покрытiе четырехъ скатныхъ крышъ въ мѣстахъ пересѣченiй скатовъ производится такимъ образомъ, что каждый скатъ покрывается самостоятельно и полосы продолжаются за линiю перелома кровли, гдѣ нахлестываются другъ на друга. Тотъ же способъ настилки примѣняется въ мѣстахъ пересѣченiя двухъ длинныхъ скатовъ, наклоненныхъ въ разныя стороны, т. е. въ разжелобахъ.

Прикрѣпленiе бумаги въ концѣ скатовъ, т. е. на свѣсахъ крышъ производится: на крышахъ маловажныхъ зданiй, имѣющихъ большiе свѣсы, укладываютъ бумагу такъ, чтобы первые три слоя слегка бы выступали за свѣсъ крыши, и четвертый слой перекрывалъ бы нижележащiе ряды бумаги. Затѣмъ смазываютъ всѣ свѣшивающiяся концы бумаги древе-

снымъ цементомъ, перегибаютъ ихъ, какъ показано на чер. 1472 (текстъ), послѣ чего уже прикрѣпляютъ концы бумажныхъ рядовъ къ палубѣ помощью толевыхъ гвоздей, забиваемыхъ на разстоянiи 2-хъ дюймовъ другъ отъ друга.

Бумажная настилка прикрѣпляется, кромѣ описаннаго способа, еще упорными брусками, служащими для удержанiя песчанаго слоя на крышѣ. Бруски эти заготовляются прямоугольнаго сѣченiя, высотою отъ 2½ до 3-хъ дюймовъ, а шириною отъ 1½ до 2-хъ дюймовъ и прибиваются къ палубѣ или привинчиваются винтами. Для свободного стока воды дождевой, проникнувшей въ песчаный слой, дѣлаютъ въ нижней



Чер. 1478.

Чер. 1479.

Чер. 1480.

части брусковъ, обращенной къ палубѣ, небольшiя вырѣзки, на разстоянiи 6-ти или 8-ми дюймовъ другъ отъ друга.

Второй способъ прибивки бумажныхъ рядовъ къ палубѣ и укрѣплеiя опорныхъ брусковъ состоитъ въ томъ, что на досчатый настилъ или на первый слой бумаги прибиваются цинковыя полосы, чер. 1476, 1478 (текстъ), шириною около 7 дюйм., такъ, чтобы онѣ свѣшивались на два дюйма; на полосы эти припаиваются клямеры изъ цинка, которые служатъ для удержанiя упорныхъ брусьевъ, къ которымъ клямеры прибиваются гвоздями. Отверстiя въ брусьяхъ для пропуска воды дѣлаются трапецоидальными.

На здаiяхъ болѣе значительныхъ, взамѣнъ упорныхъ брусьевъ, скоро портящихся, устраиваютъ цинковый гребень, для удержанiя песчанаго слоя и гравiя, чер. 1476—1478 (текстъ).

Чер. 1477—1480 (текстъ) показываютъ конструкцiю дре-

весно цементныхъ крышъ при восточныхъ желобьяхъ дымовыхъ трубъ и брандмауэрахъ; конструкція эта удобопонятна изъ чертежей.

Средняя стоимость покрытія древесно-цементной кровли, не считая опалубки, включая работу и матеріалъ, отъ 4 р. 50 к. до 5 р. за квадр. сажень.

§ 131. **Кровли толевыя.** При устройствѣ вновь стропилъ, спеціально предназначаемыхъ для крыши толевой, слѣдуетъ имѣть въ виду, что на основаніи данныхъ, выработанныхъ практикою, лучшій подъемъ для толевой крыши оказался въ $^1/_6$ ширины отверстія строенія; подъемъ можно допустить и до $^1/_5$, круче-же не слѣдуетъ, потому что напрасно придется устраивать болѣе длинныя стропильныя ноги, увеличится площадь и вѣсъ кровли, а вмѣстѣ съ тѣмъ и ея стоимость.

Смолистая окраска легче и безполезно будетъ стекать, а песокъ слетать съ крыши.

Солнечные лучи дѣйствуютъ сильнѣе на болѣе крутую крышу и вслѣдствіе этого увеличивается улетучиваніе полезныхъ для покрытія смольныхъ частей и потребуется болѣе частый ремонтъ и окраска крыши.

Для толевой кровли требуется досчатая опалубка изъ досокъ, толщиною въ 1 дюймъ, настланныхъ въ 1 рядъ, съ продорожкою и обтескою у нихъ кромокъ и съ прибивкою ихъ къ стропильнымъ ногамъ гвоздями однотесомъ. Стропильныя ноги подъ опалубку должны быть разставляемы не далѣе 2 арш. 4 вершковъ середина отъ середины брусьевъ. Въ противномъ случаѣ должны быть введены накатины подъ опалубку.

Главный матеріалъ для толевыхъ покрытій извѣстенъ подъ названіемъ *войлочнаго* или *асфальтоваго огнеупорнаго кровельнаго толя.*

Согласно Высочайше утвержденнаго урочнаго положенія, войлочный толь долженъ изготовляться кусками и полотнищами, длиною 11 сажень и шириною 1 арш. 2 вершка.

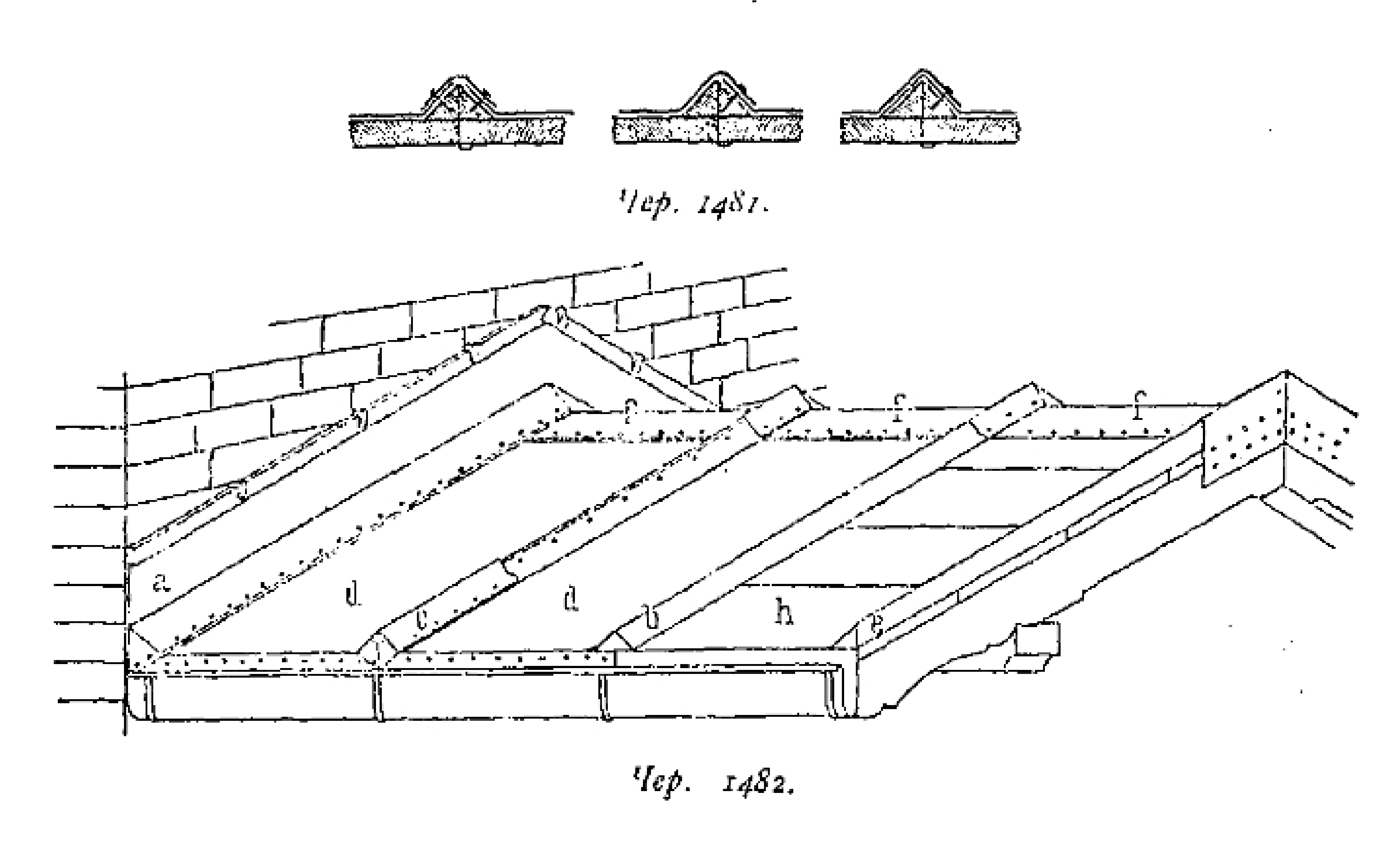
Покрытіе кровель толемъ можетъ быть производимо тремя способами: 1) съ брусками, 2) безъ брусковъ обыкновеннымъ образомъ и 3) безъ брусковъ двухслойнымъ способомъ.

а) 1. *Покрытіе толемъ съ брусками.* Главное преимущество покрытія съ брусками состоитъ въ томъ, что толь не набивается непосредственно на палубу, чѣмъ дается возможность какъ толю, такъ и доскамъ опалубки, совершенно независимо другъ отъ друга расширяться и сжиматься. При непосредственномъ-же набиваніи толя на палубу, въ особенности, если послѣдняя сдѣлана изъ сырыхъ досокъ, толь съ измѣненіемъ поверхности крыши отъ сильныхъ перемѣнъ температуры можетъ разрываться и образуется течь. Треугольные бруски лучше всего приготовлять изъ 2-хъ дюймовыхъ досокъ, отпиливая отъ нихъ квадратные бруски по 2″ въ сторонѣ и распиливая эти послѣдніе діагонально, чер. 1481 (текстъ). Эти треугольные бруски наколачиваются на палубу на разстояніи другъ отъ друга немногимъ меньше, чѣмъ ширина толя, поворачивая ребромъ кверху. Бруски приколачиваются гвоздями, длиною отъ 3″ до 3½″, которые вбиваются на разстояніи отъ 2-хъ до 3 фут. другъ отъ друга.

Вслѣдствіе нетщательнаго укрѣпленія брусковъ, послѣдніе коробятся и толь можетъ быть срываемъ вѣтромъ цѣлыми кусками съ крышъ.

Для набивки толя раскатываютъ у края крыши, которую нужно крыть, первую полосу толя отъ конька къ карнизу такимъ образомъ, чтобы толь выступалъ на полъ-дюйма за края крыши и проколачиваютъ его въ такомъ положеніи маленькими толевыми гвоздиками съ широкими шляпками, вбивая ихъ у самого края на разстояніи 2″, оставляя остальную часть развернутаго толя неприкрѣпленнымъ. Подъ другой, свободно лежащій край толя подсовываютъ брусокъ (прямымъ угломъ кверху), пока его верхнее ребро не сольется съ краемъ толя. Передъ приколачиваніемъ бруска не слѣдуетъ забывать провести молотовищемъ, нажимая его крѣпко вдоль толя у самого бруска, чтобы онъ легъ вплоть съ гранью бруска; этотъ толь, загибаясь, плотно улегается въ углѣ, образуемомъ палубой и гранью бруска, чѣмъ дается толю возможность стягиваться. Если-же упустить это обстоятельство изъ виду, то толь стягивается и образуются складки. Убѣдившись, что брусокъ вездѣ равномѣрно и правильно покрытъ толемъ, приколачиваютъ брусокъ и, вслѣдъ за-

симъ развертываютъ слѣдующую полосу толя по другую сторону бруска, опять-же считая отъ верхняго ребра послѣдняго такъ, чтобы края обѣихъ полосъ прикасались другъ къ другу, чер. 1481 и 1482 (текстъ). Прижавъ молотовищемъ и эту полосу, приколачиваютъ слегка гвоздями края обѣихъ полосъ къ между ними лежащему бруску на столько, чтобы вѣтеръ не могъ сорвать толь съ крыши. Подъ свободный край толя подкладываютъ слѣдующій брусокъ и поступаютъ



Чер. 1481.

Чер. 1482.

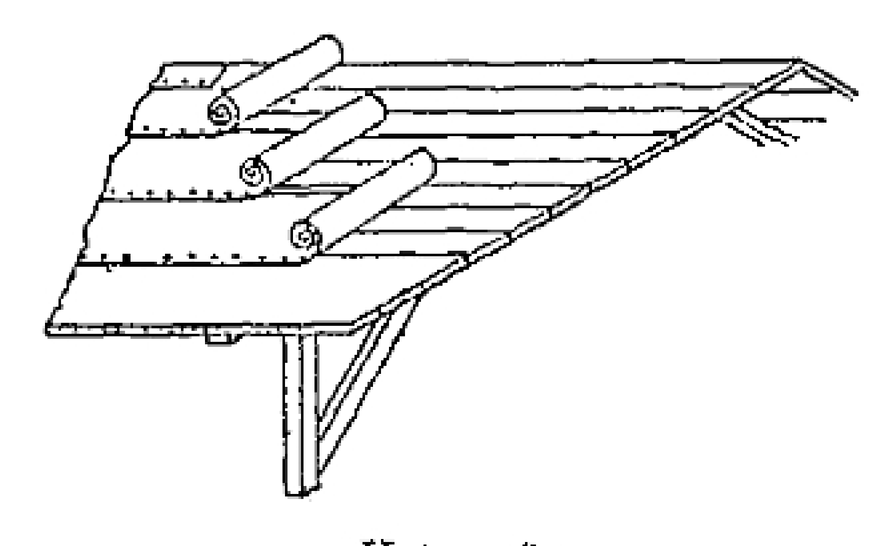
такимъ образомъ, пока не покроется уже значительное пространство.

Затѣмъ доставляютъ готовыми съ фабрики такъ называемые *колпаки*, состоящіе изъ полосъ толя шириною 4″ и произвольной длины. Въ случаѣ надобности, самъ мастеръ можетъ ихъ нарѣзать (загибая) во время работы.

Эти колпаки накладываются на верхнее ребро брусковъ, гдѣ стыкаются смежныя полосы толя, такимъ образомъ, что колпакъ равномѣрно покрываетъ толь по обѣ стороны бруска. Слѣдуетъ стараться, чтобы ширина колпака была равна 4″ и грани бруска 2″, чтобы такимъ образомъ края колпаковъ доставали до вогнутаго края толя и этимъ способствовали болѣе плотному прилеганію послѣдняго. Для

приколачиванія колпаковъ къ брускамъ лучше всего употреблять дюймовые проволочные гвозди и съ возможно широкими шляпками. Гвозди необходимо вбивать на разстояніи 2'' и какъ разъ по серединѣ грани бруска, покрытой толемъ и колпакомъ, т. е. въ обѣ стороны бруска въ равномъ разстояніи отъ верхняго ребра послѣдняго и края загиба толя, произведеннаго нажиманіемъ молотовища. Вообше гвозди должны быть вбиваемы возможно тщательно и аккуратно, ни черезъ чуръ низко, ни слишкомъ высоко.

b) 2. *Покрытіе толемъ безъ брусковъ*. Начинаютъ покрышку, раскатывая толевую полосу горизонтально у нижняго края крыши, приколачивая ее къ нижней грани палубы, чер. 1483 (текстъ), такимъ образомъ, чтобы толь выступалъ на 1/2'' за нижній край крыши. Слѣдующую полосу раскатываютъ параллельно первой, но такъ, чтобы она на 2 1/2'' прикрывала первую и приколачиваютъ ее и т. д., пока вся крыша не будетъ покрыта. Гвозди слѣдуетъ вбивать на разстояніи 2'' другъ отъ друга и не ниже чѣмъ на 1/2'' отъ края толя, такъ какъ кромки часто засыхаютъ и трескаются.



Чер. 1483.

Къ осмолкѣ толевыхъ крышъ въ обоихъ описанныхъ выше способахъ покрытія толемъ слѣдуетъ приступать въ хорошую погоду, при непремѣнномъ условіи, чтобы крыша была суха.

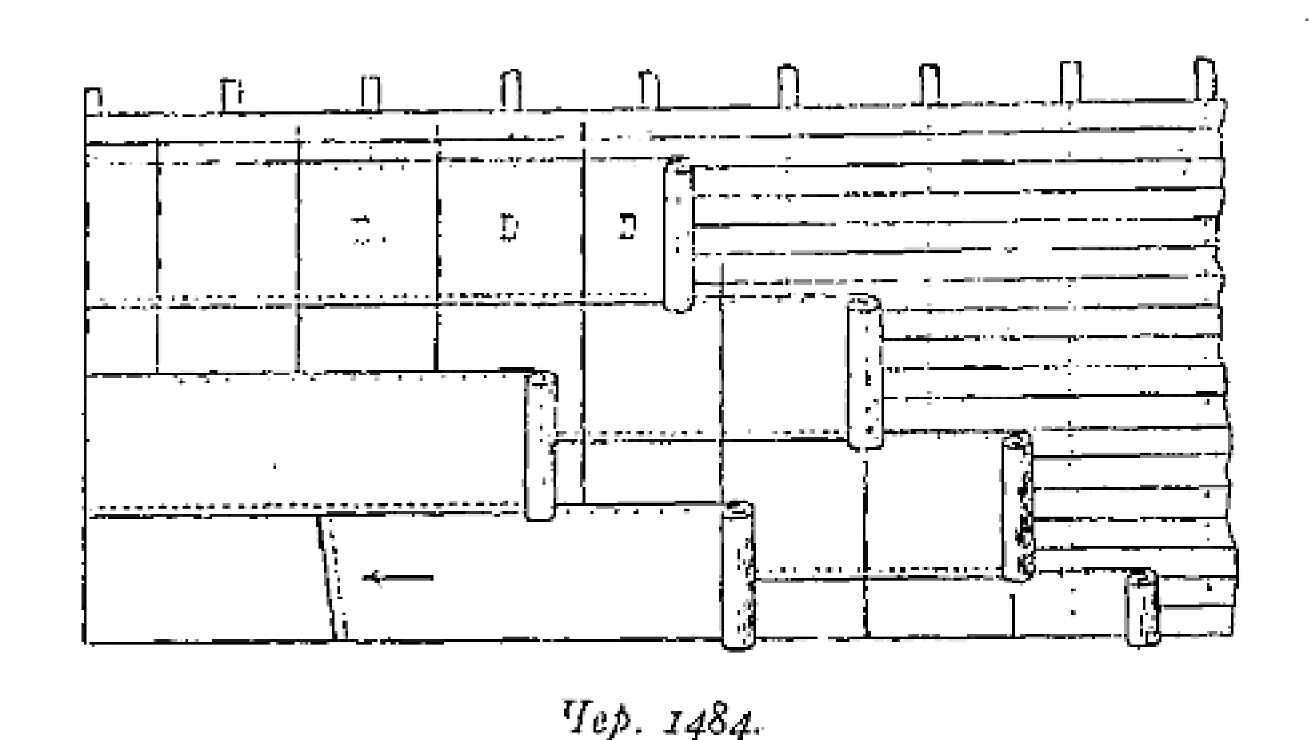
Для осмолки употребляется изготовляемый на фабрикахъ асфальтовый лакъ, котораго требуется около 10 фунтовъ на 1 квадр. саж.

Въ мѣстахъ, въ которыхъ пріобрѣтеніе асфальтоваго лака затруднительно, слѣдуетъ взамѣнъ его употреблять газовую (каменно-угольную) смолу, прибавляя къ ней негашенную распавшуюся на воздухѣ известь, въ пропорціи отъ 3 до 4 пудовъ извести иа 12 пудовъ смолы.

Газовую смолу предварительно слѣдуетъ продолжительно кипятить для выпариванія находящейся въ ней въ изобиліи воды. Чѣмъ выше температура наносимой на крышу смолы, тѣмъ лучше послѣдняя соединяется съ толемъ, а потому и стараются какъ смолу, такъ и лакъ кипятить въ котлѣ вблизи покрываемой толемъ крыши и покрывать крышу смолой или лакомъ прямо изъ котла.

Если смола или лакъ стекаетъ съ свѣжеосмоленныхъ крышъ, то это происходитъ только отъ того, что смола или лакъ не были достаточно нагрѣты, отчего и не могли какъ слѣдуетъ впитаться въ толь.

Осмоливъ около квадратной сажени поверхности крыши,



Чер. 1484.

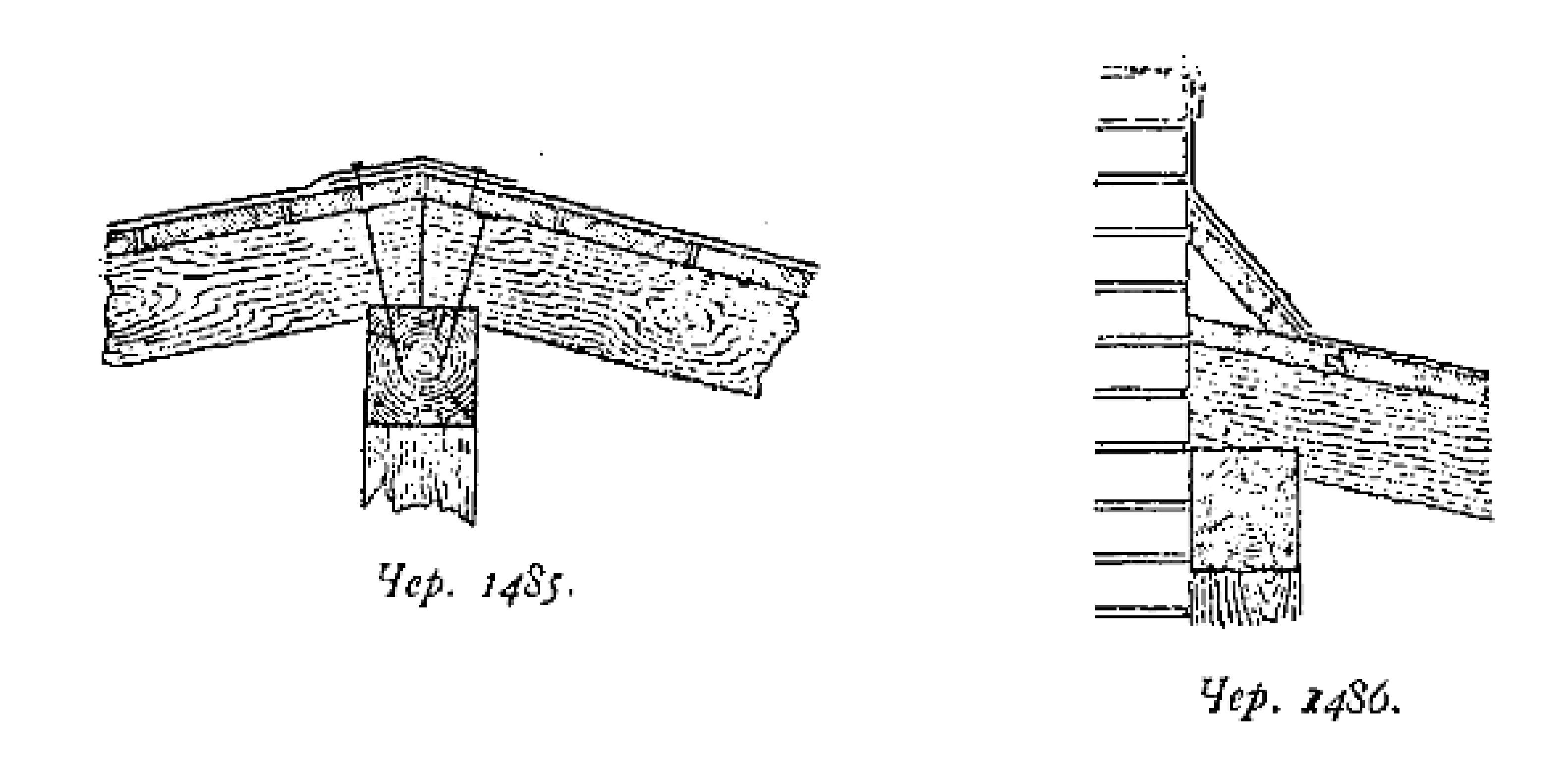
слѣдуетъ ее сейчасъ посыпать крупно зернистымъ, безъ глинистыхъ и землистыхъ примѣсей, пескомъ, чтобы произвесть соединеніе между толемъ и смолой, пока послѣдняя не остынетъ.

Не слѣдуетъ опасаться брать большое количество песку, такъ какъ онъ предохраняетъ крышу отъ дѣйствія солнечныхъ лучей и первый дождь смоетъ его излишекъ. Когда осмолка крыши съ пескомъ окончательно высохнетъ, то крыша можетъ быть окрашена смѣсью извести клея и воды. Прибавляя къ водѣ съ клеемъ всевозможныя другія краски, можно придать крышѣ любой цвѣтъ.

При повтореніи осмолки толевыхъ крышъ слѣдуетъ держаться такого порядка: послѣ покрытія крыши и осмолки

ея, на слѣдующее лѣто необходимо повторить осмолку, затѣмъ каждые 5 или 6 лѣтъ, смотря по подъему крыши, надо производить осмолку.

c) 3. *Двухслойный способъ покрытія крышъ толемъ* состоитъ въ томъ, что на досчатую опалубку, описаннымъ выше способомъ, накатываютъ и прибиваютъ первый слой кровельнаго толя, затѣмъ слой этотъ осмаливаютъ асфальтовымъ лакомъ и на горячую асфальтовую окраску накладываютъ второй слой, состоящій изъ сѣрой кровельной бумаги, вторично осмаливаютъ крышу асфальтовымъ лакомъ сверхъ сѣрой бумаги и наконецъ по этой вторичной осмолкѣ насыпаютъ слой зернистаго чистаго песку, чер. 1484 (текстъ).



Чер. 1485.

Чер. 1486.

Послѣдній способъ покрытія представляетъ то преимущество, что толщина кровельнаго толя при немъ удваивается, что только нижній слой толя прибивается гвоздями, верхній же слой, не прикрѣпленный гвоздями, нагрѣваясь солнечными лучами, можетъ усыхать, не причиняя вреда ни себѣ, ни нижнему слою кровельнаго толя, при чемъ послѣдній, не подвергаясь прямому выгоранію, остается постоянно въ своемъ первоначальномъ видѣ, не отрываясь отъ гвоздей.

На чер. 1485 и 1486 (текстъ) показаны способы обдѣлки толемъ кровель при пересѣченіяхъ съ дымовою трубою, брандмауэрной стѣной и на конькахъ крыши.

132. Картонныя и бумажныя кровли. До примѣненія къ покрытію кровель войлочнаго или асфальтоваго толя, въ Шве-

ціи и въ сѣверныхъ частяхъ Германіи употреблялся картонъ. Въ Швеціи онъ составлялся изъ 1-ой части бумажной папки, 2-хъ частей клею и 3-хъ частей мѣлу. Картонъ этотъ пропускали черезъ плющильные цилиндры и пропитывали олифою. Картонъ приготовлялся квадратными листами въ 17 вершковъ, вѣсъ листа около 3 фунтовъ. Листы картона прикрѣплялись мѣдными или оцинкованными гвоздями съ широкими шляпками не длиннѣе 1¼″, къ досчатой платформѣ, швы замазывались масляною замазкою.

Наконецъ, снаружи такія крыши красились масляною краскою.

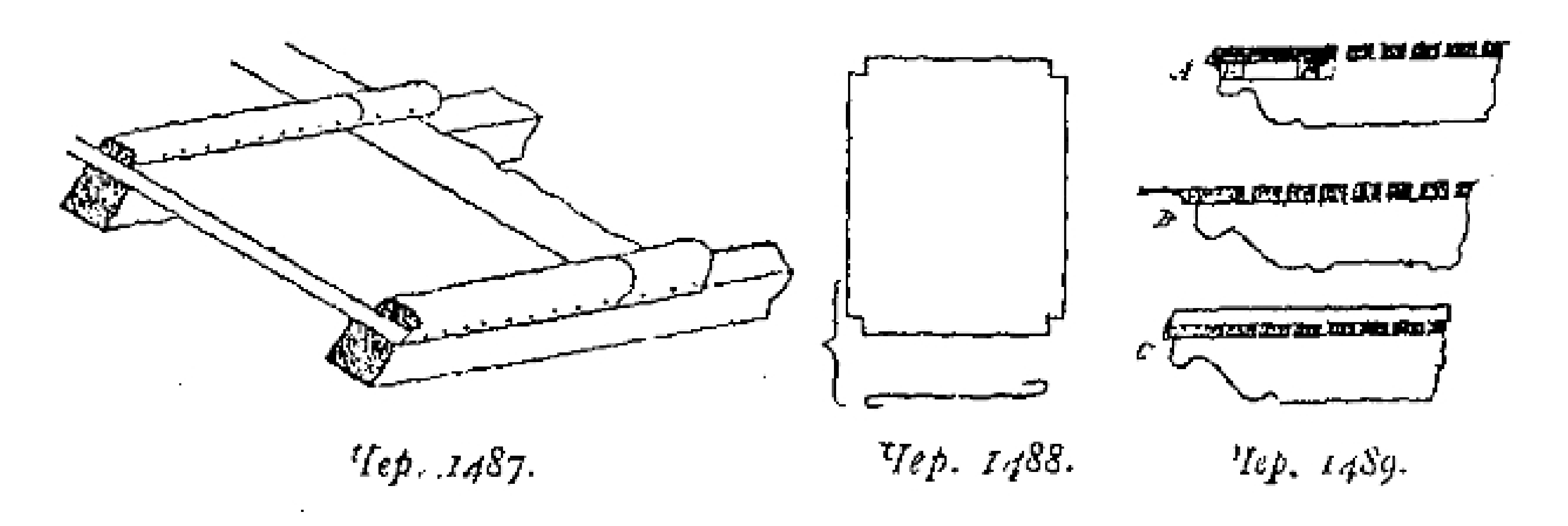
Въ сѣверныхъ областяхъ Германіи приготовляли картонъ слѣдующимъ образомъ: обыкновенной средней толщины картонъ, приготовленный на половину изъ шерстяныхъ и льняныхъ тряпокъ, погружается на нѣсколько минутъ въ нагрѣтую каменно-угольную смолу. Вынувъ оттуда картонные листы, даютъ отечь излишней смолѣ и потомъ складываютъ ихъ одинъ на другомъ, въ видѣ столба. Сложенные такъ картоны оставляются подъ нагрузкою на одни или двое сутокъ для того, чтобы смола проникла ихъ насквозь. Затѣмъ ихъ разъединяютъ и сушатъ въ сараяхъ каждый листъ отдѣльно; для просушки необходимо около мѣсяца времени. Высушенные листы кладутъ на столъ, вырѣзаютъ у нихъ уголки такъ, какъ показано на чер. 1488 (текстъ) глубиною около 1¼″ и потомъ загибаютъ въ нихъ гребни. Работники должны маслить себѣ руки, дабы къ нимъ не прилипала смола. Нѣкоторая часть всего количества листовъ разрѣзывается на полосы, для покрытія вертикальныхъ швовъ.

Подъемъ картонныхъ крышъ составляетъ около ⅛ ширины пролета. Картонные листы, по настилкѣ ихъ на сплошную досчатую палубу, прикрѣпляются къ ней гвоздями. Способъ кладки и укрѣпленіе картона показанъ на чер. 1487 и 1488 (текстъ). Окончивъ настилку листовъ, покрываютъ всю кровлю горячею смѣсью каменно-угольной смолы съ негашенною известью и посыпаютъ ее мелкимъ сухимъ пескомъ. Обмазка эта повторяется, когда первый слой ея совершенно засохнетъ. Наконецъ крышу отбѣливаютъ известью, разведенною на навозной водѣ, повторяя эту окраску каждые два

года, для сохраненія нижнихъ смолистыхъ слоевъ обмазки, составляющихъ главное основаніе непроницаемости кровли.

§ 183. **Глиняныя** или **Дорновы** кровли состоятъ изъ смолистой оболочки, на основаніи, приготовленномъ изъ смѣси глины съ перемолотою дубовою корою (бывшею уже въ употребленіи у кожевниковъ). Вмѣсто этой коры употребляютъ также мягкій мохъ, мякину, кострику, коровью шерсть и другія вещества, препятствующія глинистой массѣ трескаться при высыханіи.

Пропорція глины и волокнистаго вещества опредѣляется предварительными опытами. Приготовленную смѣсь намазываютъ на доску слоемъ около $1^1/_2$ дюйма и выносятъ ее на



Чер. 1487. Чер. 1488. Чер. 1489.

солнце; если смѣсь высохнетъ безъ трещинъ, то пропорція хороша, а если въ ней обнаружатся трещины, то надобно прибавить волокнистаго вещества. Тщательно приготовленную смѣсь растилаютъ на частой и прочной обрѣшеткѣ, чер. 1489 (текстъ) слоемъ толщиною около $1^1/_2$". Обрѣшетка должна быть такъ прочна, чтобы она не гнулась подъ ногами людей, ходящихъ по кровлѣ.

Кровельные скаты дѣлаются весьма пологіе съ тою цѣлію, чтобы верхняя смоляная оболочка кровли, разогрѣваясь отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, не могла сплывать: подъемъ крыши составляетъ $^1/_8$ основанія. Когда глиняное основаніе совершенно высохнетъ, то по задѣлкѣ тою же массою небольшихъ трещинъ, образовавшихся на немъ, приступаютъ къ напитыванію основанія горячею каменно-угольною смолою. Потомъ, когда смола высохнетъ, покрываютъ кровлю горячею смѣсью каменно-угольной смолы и пику и немедленно

посыпаютъ мелкимъ сушенымъ пескомъ, известковымъ порошкомъ или толченымъ кирпичемъ. Наконецъ, когда этотъ слой засохнетъ, сметаютъ съ кровли неприставшій песокъ, опять намазываютъ ее смѣсью смолы съ пикомъ и опять посыпаютъ пескомъ. Песокъ, употребляемый на посыпку второго и послѣдняго смолистаго слоя, выбирается преимущественно бѣлый, дабы солнечные лучи не размягчали смолу.

Вслѣдствіе неплотности этихъ кровель, происходившей отъ растрескиванія верхней смолистой оболочки, было предложено нѣсколько способовъ для усовершенствованія этихъ кровель: лучшимъ изъ нихъ оказался на дѣлѣ слѣдующій. На первый слой смолы настилаютъ толстый холстъ или толстые листы бумаги, а на нихъ располагается двойной смолистый слой, какъ выше описано. Холстъ или бумага препятствуютъ растрескиванію кровли.

Края кровель обдѣлываются металлическими листами чер. 1489 *A* (текстъ) или черепицею, чер. 1489 *B* (текстъ).

Употребляя холстъ или бумагу, можно оставлять края безъ этой обдѣлки, чер. 1489 *C* (текстъ).

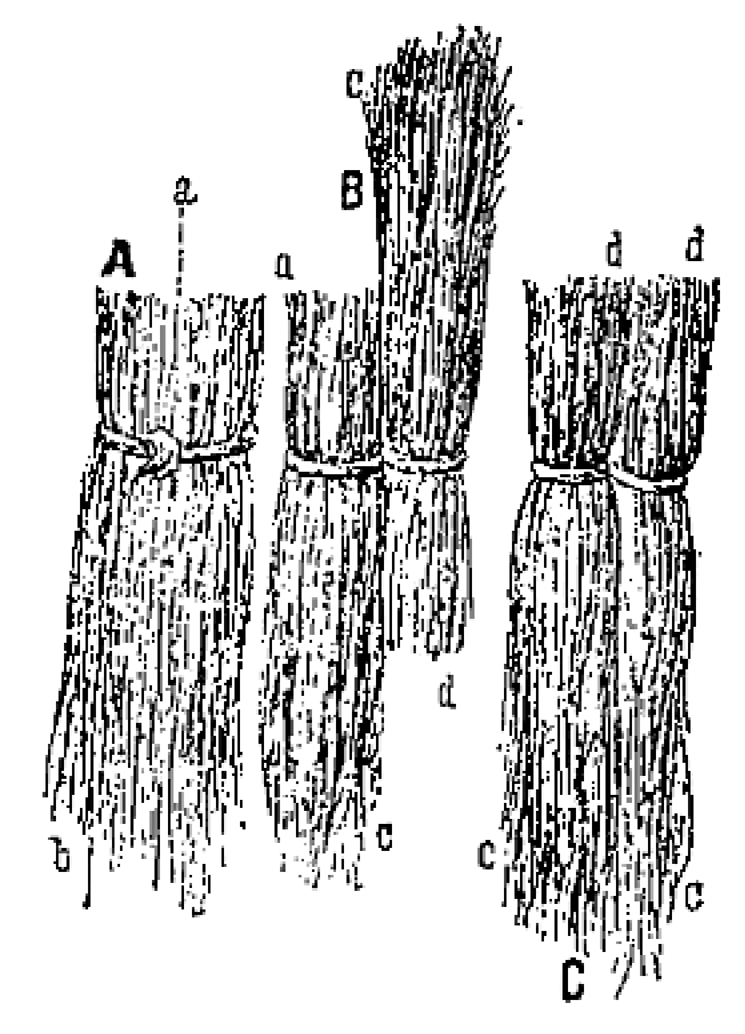
§ **134. Глино-соломенныя несгораемыя кровли.** Подъемъ крышъ для соломенныхъ кровель дѣлаютъ не менѣе $^1/_2$ ширины пролета. Обрѣшетка должна быть, по возможности, устроена такъ, чтобы просвѣты между жердинами были не шире 3-хъ или 4-хъ вершковъ.

Для упора нижняго ряда соломы во время устройства соломенной кровли, на концы стропилъ прибиваются жердины или рѣшетины, которыя по окончаніи работы отнимаются.

Рѣшетины обыкновенно бываютъ круглыя необтесанныя. Онѣ прибиваются или привязываются къ стропиламъ ивовыми прутьями. Рѣшетины укладываются тонкими концами вмѣстѣ для составленія ровной поверхности. Ржаная солома навязывается въ пучки толщиною отъ 3-хъ до 4 вершковъ такъ, чтобы изъ обыкновеннаго снопа выходило не менѣе трехъ пучковъ; чѣмъ тоньше пучки, тѣмъ они лучше пропитываются глиной. Вязки для пучковъ изъ той же соломы; ихъ складываютъ на разстояніи $^1/_3$ отъ комля, чер. 1490 (текстъ).

Когда солома навязана, вырывается близъ постройки яма съ ровнымъ дномъ, для укладки пучковъ соломы, шириною въ 2 и глубиною 1 аршинъ.

Въ другой ямѣ, вырытой рядомъ или въ особомъ чанѣ приготовляется растворъ глины; глина должна быть, по возможности, жирная безъ песку и растворъ дѣлается не жидкій, а въ родѣ тѣста или сметаны. Глина предварительно должна быть промята, какъ это дѣлается для кирпича. На дно ямы, вырытой для соломы, наливается приготовленный въ другой ямѣ или чанѣ растворъ глины, на 1 вершокъ, и въ этомъ растворѣ укладывается первый рядъ пучковъ соломы.



Чер. 1490.

Когда будетъ выложенъ по дну ямы первый рядъ пучковъ, его заливаютъ сверху раствором глины такъ, чтобы всѣ пучки были въ растворѣ, но не плавали въ немъ. Наложенный въ такомъ видѣ первый рядъ пучковъ соломы старательно протаптывается ногами или деревянной чуркой такъ, чтобы онъ совершенно уплотнился на днѣ ямы. Послѣ этого въ яму накладывается второй рядъ пучковъ, также заливается и также старательно проминается какъ и первый рядъ, затѣмъ, такимъ же точно порядкомъ накладывается, заливается и протаптывается третій, четвертый и послѣдующіе ряды пучковъ; въ такомъ видѣ солома должна пролежать около сутокъ. Если при заливкѣ растворъ глины будетъ проходить сквозь пучки соломы на дно ямы, то это значитъ, что растворъ сдѣланъ жидко и его слѣдуетъ сдѣлать гуще, потому что при жидкомъ растворѣ солома не будетъ связываться и при укладкѣ будетъ рыхлая и непрочная. Если въ яму, гдѣ приготовлена солома, попадетъ много дождевой

воды, то, отобравши съ одного края пучки, дождевую воду слѣдуетъ отлить, иначе растворъ глины разжидится и промоченная въ немъ солома не будетъ имѣть клейкости и надлежащей прочности.

Вообще же нужно слѣдить, чтобы пучки соломы, вынутые изъ ямы, были облѣплены глиной и не имѣли видъ обмытой въ водѣ соломы.

Первый нижній рядъ дѣлается такъ: мастеръ, получивъ на крышѣ пучки соломы, развязываетъ ихъ и кладетъ *комлями въ низъ* крышъ, упирая ихъ въ подтокъ, ровняетъ солому, дѣлая слой толщиною до 2-хъ вершковъ, промазываетъ глиной и прихлопываетъ лопаткой; при этомъ наблюдается, чтобы одинъ пучекъ или снопикъ соломы въ развязанномъ видѣ захватывалъ своими краями часть сосѣдняго пучка или снопика; этотъ первый рядъ крыши можетъ быть допущенъ и толще 2-хъ вершковъ, смотря по величинѣ крыши, но съ тѣмъ, чтобы не было горба на спускѣ.

Второй рядъ крыши дѣлается такъ: снопики распускаются и кладутся *комлями вверхъ* крыши такъ, чтобы нижніе концы снопиковъ второго ряда захватывали двѣ трети и не менѣе половины снопиковъ перваго ряда, при этомъ солома разравнивается рукою такъ, чтобы поверхность крыши была ровная и горбовъ или впадинъ на ней не было и чтобы каждый изъ снопиковъ ложился краями на сосѣдній снопикъ по мѣрѣ укладки. Снопики заливаются растворомъ глины и прихлопываются слегка лопаткою.

Третій и всѣ послѣдующіе ряды до конька крыши накладываются также какъ и второй рядъ, т. е. комлями вверхъ крыши, при этомъ наблюдается, чтобы каждый верхній рядъ снопиковъ захватывалъ своими концами не менѣе двухъ третей ближайшаго къ нему нижняго ряда такъ, чтобы крыша выходила непремѣнно въ три слоя; при укладкѣ солома тщательно разравнивается рукою такъ, чтобы поверхность крыши была совершенно гладкая и ровная безъ впадинъ и горбовъ. Впадины должны заполняться болѣе толстымъ слоемъ соломы, но отнюдь не заливкою растворомъ глины.

Если первый рядъ снопиковъ укладывался отъ правой руки къ лѣвой, то второй рядъ снопиковъ долженъ уклады-

ваться обратно — отъ лѣвой къ правой, третій снова отъ правой къ лѣвой и т. д., при чемъ, какъ уже сказано выше, снопики должны захватывать своими краями сосѣдніе къ нимъ снопики и ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ класть ихъ только въ притычку. При послѣднемъ рядѣ снопиковъ на конькѣ крыши, снопики распускаются и перегибаются черезъ конекъ пополамъ на обѣ стороны; затѣмъ солома разравнивается, смазывается растворомъ глины и ухлопывается лопаткою.

Возлѣ дымовыхъ трубъ, въ особенности если дымовыя трубы выведены не въ конькѣ крыши, снопики соломы должны быть уложены такимъ образомъ, чтобы верхняя дождевая вода по крышѣ стекала мимо трубы и чтобы течи возлѣ трубы на крышѣ не было.

Если послѣ укладки послѣдняго ряда снопиковъ поверхность крыши будетъ ровная, безъ горбовъ и впадинъ, а снизу подъ крышей не будетъ замѣтно ни щелей ни провѣсовъ пучковъ соломы, — то работу крыши можно считать выполненной удовлетворительно, въ противномъ же случаѣ слѣдуетъ немедленно же исправить, а при невозможности сдѣлать исправленія,—тѣ звенья или прясла крыши, которыя дѣланы плохо, слѣдуетъ къ ряду перекрыть снова.

Въ виду этихъ случайностей слѣдуетъ, раздѣливъ крышу на звенья или прясла, закрыть отдѣльно каждое звено, начиная съ конца до конька крыши, тогда каждое звено крыши можно исправить или передѣлать, хотя бы и впослѣдствіи, не трогая всей остальной крыши. На томъ мѣстѣ, гдѣ одно звено соединяется съ другимъ, слѣдуетъ дѣлать выпуклый шовъ посредствомъ укладки одного лишняго снопика, такъ, чтобы всегда можно было отличить одно звено отъ другого.

При большихъ крышахъ необходимо наблюдать, чтобы на нижней части крыши слои соломы были толще, чѣмъ на верхней части крыши, такъ какъ внизу крыши скопляется больше дождевой воды.

Послѣ хорошей просушки на поверхности крыши образуются трещины; тогда крыша заливается поверхъ глинянымъ растворомъ, при чемъ полезно растворъ дѣлать погуще

и растирать его на крышѣ щеткою. Заливка эта повторяется черезъ два или три года, смотря по качеству глины; обыкновенно ее дѣлаютъ, когда солома па поверхности крыши начнетъ оголяться. Чтобы сдѣлать глиняный растворъ болѣе вязкимъ и прочнымъ, въ него прибавляютъ пелеву, мякину, отруби, мелкую солому, сѣнную труху, кострику, мельничную пыль, малое количество негашенной извести, смотря потому, что есть на лицо.

Вѣсъ 1 квадр. саж. глино-соломенной крыши, при толщинѣ крыши отъ $1^1/_2$ до 2 вершк.

въ сыромъ видѣ отъ 15 до 21 пуда
въ сухомъ „ „ $7^1/_2$ „ 11 пудовъ.

На 1 квадр. саж. потребно матеріала:

соломы ржаной отъ $1^1/_2$ до 2 пудовъ
глины „ 6 „ 9 пудовъ.

Означенный выше способъ устройства глино-соломенныхъ крышъ розсыпью опубликованъ во всеобщее свѣдѣніе Новгородской губернской земской управой въ іюнѣ 1892 г.

Способъ устройства глино-соломенной крыши или крыши подъ глину, описанный Г. Чайкинымъ въ журналѣ „Сельскій хозяинъ“ въ 1894 г., состоитъ въ слѣдующемъ:

Для безостановочнаго и при томъ вполнѣ успѣшнаго производства соломенно-глиняной крыши необходимо не менѣе 6 и не болѣе 7 человѣкъ рабочихъ, кромѣ кровельщика. Изп нихъ двое могутъ быть и женщины или подростки, а остальные—взрослые мужчины. Кромѣ того необходима еще одна лощадь для возки воды и подвозки сноповъ отъ мѣста вязки къ крышѣ. Эти рабочіе распредѣляются по работамъ такъ: для вязки сноповъ полурабочихъ или женщинъ — 2, для вымачиванія сноповъ и приготовленія раствора — 3 или 2, для подачи сноповъ наверхъ — 1 и для возки воды 1.

Прежде всего роются двѣ ямы для разбалтыванія въ нихъ раствора глины и для мочки сноповъ. Онѣ должны имѣть въ длину 3, въ глубину $1^1/_2$ арш. и въ ширину $1^1/_4$ арш. Въ одной изъ такимъ ямъ приготовляется болѣе густой растворъ глины для поливки крыши, а въ другой болѣе жидкій — для вымачиванія въ немъ сноповъ. Въ то время какъ часть рабочихъ будетъ занята рытьемъ ямъ, другіе

должны вязать снопы, чтобы такимъ образомъ имѣть ихъ нѣкоторый запасъ. Легко проницаемый водою грунтъ не мѣшаетъ дѣлу, лишь бы только стѣнки ямы не обваливались; какъ только будетъ сдѣлано немного раствора, стѣнки, обмазавшись глиной, перестаютъ всасывать воду.

Приготовивши ямы, приступаютъ къ разбалтыванію въ одной изъ нихъ жидкаго раствора глины (консистенціи густого молока) для вымочки въ немъ сноповъ. Сначала въ яму наливаютъ воды, а потомъ въ то время, какъ одни бросаютъ въ нее глину, другіе колотушками приводятъ воду въ движеніе. Такъ нужно дѣйствовать до тѣхъ поръ, пока не получится растворъ желаемой густоты. Послѣ этого въ яму накладываютъ поперегъ ея длины рядъ сноповъ и колотушками надавливаютъ ихъ, чтобы, вытѣснивъ изъ сноповъ воздухъ, лучше окунуть ихъ въ растворѣ. Но лучше вообще, а особенно при густомъ растворѣ глины, мять снопы босыми ногами. Когда выдѣленіе пузырьковъ воздуха прекратится, снопы вынимаютъ вилами. Если вилы деревянныя, то такое выниманіе одновременно должны производить двое: для этого они становятся противъ узкихъ сторонъ ямы и, втыкая вилы разомъ съ двухъ сторонъ въ одинъ и тотъ же снопъ, поднимаютъ его и кладутъ надъ широкимъ краемъ ямы такъ, чтобы стекающій съ сноповъ растворъ попадалъ опять въ яму; желѣзными вилами каждый рабочій можетъ вынимать отдѣльный снопъ. Вынувши всѣ снопы, кладутъ въ яму новый рядъ ихъ и поступаютъ съ ними точно также. Изрѣдка въ промежуткахъ, когда яма бываетъ свободна отъ сноповъ, растворъ нужно взбалтывать.

Когда съ одной стороны ямы сноповъ будетъ положено много (примѣрно, сотня, полторы), ихъ кладутъ съ другой стороны и, наложивши тамъ столько же, прекращаютъ пока мочку и приступаютъ къ приготовленію въ другой ямѣ густого раствора для заливки крыши сверху. Къ этому времени въ ту яму уже должна быть налита вода. Растворъ для заливки долженъ быть очень густъ (*густоты сметаны* и даже *гуще*). Густоту его можно считать достаточною только тогда, когда въ немъ рыхлые куски глины, осторожно пущенные будутъ плавать.

Въ это время приступаютъ къ самому покрытію. Подаютъ снопы иа верхъ послѣдовательно въ томъ порядкѣ, какъ они были мочены. Это дѣлается въ виду того, что раньше вымоченные снопы уже освободились отъ излишняго раствора и слѣдовательно легче для подачи вверхъ.

Кровельщикъ начинаетъ укладку сноповъ съ самаго нижняго ряда и притомъ въ двускатной крышѣ *съ угла*, а въ четырехъ скатной *отступя отъ угла аршина на два*. Начинать четырехъ-скатпую крышу съ угла ни въ какомъ случаѣ нельзя. Укладку нужно производить *слѣва направо*, противъ движенія солнца. *Первый рядъ укладываемыхъ сноповъ не должно развязывать*.

Кровельщикъ, беря въ руки снопъ, нѣсколько сдвигаетъ свясло съ средины его и кладетъ срединою на нижнюю лату такъ, чтобы наружу свѣшивалась большая его сторона, а внутрь приходилась меньшая. При этомъ очевидно свясло будетъ находиться за первою латою, выше нея, вслѣдствіе чего снопъ какъ бы цѣпляется за лату и, слѣдовательно, держится на ней крѣпче. Конецъ снопа, обращенный внутрь, кровельщикъ подвигаетъ подъ вторую лату. Расправивши нѣсколько солому уложеннаго снопа, онъ беретъ второй снопъ и, сдвинувши съ средины свясло, кладетъ его такимъ же точно образомъ, рядомъ съ первымъ, стараясь какъ можно сильнѣе придавить ихъ другъ къ другу. Потомъ кладетъ третій, четвертый снопъ и т. д., стараясь плотно сдвигать ихъ, для чего, положивши нѣсколько сноповъ, онъ ударяетъ по крайнему раза два съ боку пятою лѣвой ноги. Такимъ образомъ онъ кладетъ рядъ сноповъ на пространствѣ $2\frac{1}{2}$—3 аршинъ *не болѣе*, послѣ чего поверхъ перваго ряда начинаетъ класть второй. Снопы второго ряда и всѣхъ послѣдующихъ кладутся уже развязанными. Кровельщикъ, стоя колѣнями на уложенныхъ раньше снопахъ, беретъ каждый снопъ, кладетъ его на мѣсто, разрываетъ свясло, которое бросаетъ тутъ же рядомъ со снопомъ, поближе къ латамъ, придавливаетъ снопъ руками и колѣномъ посильнѣе и, расправивши аккуратно солому, беретъ второй снопъ, который кладетъ рядомъ съ первымъ, плотно прижимаетъ къ нему и во всемъ поступаетъ съ нимъ также, какъ и съ первымъ.

Положивши второй рядъ, кровельщикъ такимъ же порядкомъ кладетъ третій, четвертый ряды и т. д., подвигаясь все выше и выше до самаго гребня, гдѣ послѣдне-положенные два ряда сноповъ должны свѣшиваться концами на противуположную сторону. Со второго ряда кровельщикъ долженъ строго наблюдать затѣмъ, чтобы у него наружные концы соломинъ обязательно лежали *ниже* внутреннихъ. Съ первыхъ же рядовъ (съ шестого, съ седьмого) кровельщикъ начинаетъ постепенно утолщать крышу. Для этого онъ немного надвигаетъ (напускаетъ) каждый вышележащій рядъ сноповъ наружу, за край нижележащаго ряда. Напускать нужно возможно постепеннѣе, чтобы не утолстить крышу сразу и не сдѣлать на ней выступа. Напускаютъ приблизительно до средины разстояніе между стрѣхой и гребнемъ или немного выше, послѣ чего постепенно начинаютъ затягивать, т. е. понемногу придвигаютъ снопы каждаго ряда ближе къ латамъ, Затягивать нужно также осторожно и постепенно. Утолщеніе крыши въ самой толстой ея части, т. е. на срединѣ, не должно превосходить толщину крыши у стрѣхи больше какъ на 1½—2 вершка.

Положивши такимъ образомъ половину сноповъ съ низу до верху, т. е. „пройдя графу", какъ говорятъ, кровельщикъ приступаетъ къ расчесыванію поверхности крыши, а потомъ и къ поливкѣ ея растворомъ. Для этого онъ становится сбоку графы, съ правой стороны ея на латы и двигаетъ гребенкой по соломѣ сверху внизъ. Сначала онъ ставитъ зубья гребенки наклонно остріями впередъ (внизъ) и, нажимая легко, сгребаетъ только сверху лежащія соломины, но потомъ, разъ за разомъ, углубляя зубья гребенки въ поверхность крыши, вычесываетъ ее все глубже и глубже и въ концѣ концовъ достигаетъ на глубину длины зубьевъ гребенки, т. е. на 1½ вершка. При этомъ слѣдуетъ стараться, чтобы крыша вездѣ была расчесана одинаково хорошо. Расчесавши солому достаточно, кровельщикъ поливаетъ ее растворомъ глины, причемъ поливку эту начинаетъ сверху. Выливши на самомъ верху по ширинѣ всей графы 2—3 ведра раствора, онъ разравниваетъ его ребромъ гребенки и прочесываетъ опять, чтобы растворъ проникъ въ глубь соломы,

по крайней мѣрѣ на глубину расчесаннаго слоя, послѣ чего опять приглаживаетъ поверхность. Потомъ, выливши еще столько же раствора ниже, онъ поступаетъ съ нимъ также, разравниваетъ его гребенкой, расчесываетъ и приглаживаетъ опять поверхность. Такъ кровельщикъ двигается сверху до самаго низу. Пока онъ будетъ поливать крышу внизу, вверху растворъ впитается въ солому и поливку нужно повторить. Поливать нужно одно и то-же мѣсто нѣсколько разъ до тѣхъ поръ, пока солома не приляжетъ и *концы ея не перестанутъ торчать*, а поверхность крыши не сдѣлается почти совершенно гладкою. Во все продолженіе поливки кровельщикъ долженъ почаще и съ силою ударять спинкою гребенки по поверхности крыши, чтобы, какъ говорятъ, осадить солому и чтобы растворъ, благодаря стряхиванію соломы, проникалъ поглубже.

Необходимо замѣтить, что при расчесываніи и поливкѣ растворомъ, крыша значительно утоньшается противъ того, какою она была до этихъ съ ней манипуляцій. Поэтому ее слѣдуетъ дѣлать первоначально на 1—1½ вершка толще того, какою ее желаютъ имѣть, въ разсчетѣ, что на эту величину толщина ея уменьшится.

Для подачи на верхъ раствора глины, при средней высотѣ крыши, подставляютъ съ правой стороны начатой „графы“ лѣстницу, на которую становятся два рабочихъ, изъ коихъ одинъ внизу, а другой вверху, на высотѣ стрѣхи. Третій-же рабочій набираетъ ведрами растворъ и подаетъ его стоящему на лѣстницу внизу, который, въ свою очередь, передаетъ его выше. При значительной высотѣ укрываемаго зданія и особенно при значительной его величинѣ всегда слѣдуетъ для подачи раствора вверхъ устраивать „журавль“. Растворъ во время поливки должно усиленно взбалтывать. Покончивши такимъ образомъ съ одной графой, приступаютъ ко второй, третьей и т. д., которыя ведутся такимъ-же порядкомъ и такой-же величины. При этомъ первый снопъ каждаго ряда новой графы возможно плотнѣе подбивается подъ нихъ; каждая новая графа дѣлается на 1—1½ вершка толще предыдущей, такъ какъ послѣ расчески, поливки и осаживанія она на эту величину сдѣлается тоньше.

Поступая такимъ образомъ, кровельщикъ двигается кругомъ крыши слѣва направо, возводя графу за графой. Въ угловыхъ графахъ снопы укладываются точно такъ же. Ни въ какомъ случаѣ не должно угловую графу начинать съ угла или кончать въ углу: начавши на нѣкоторомъ разстояніи отъ угла на одной покатости, ее нужно кончить на такомъ же, приблизительно, разстояніи отъ этого же угла, на сосѣдней покатости. Хотя такую графу не такъ удобно расчесывать и поливать, но зато нѣтъ опасности, что уголъ дастъ течь. А послѣднее обязательно и скоро случится, если стыкъ (линія соединенія) двухъ графъ пройдетъ по ребру угла крыши. На углу солому нужно укладывать, уплотнять и расчесывать особенно тщательно; точно также нужно и поливать посильнѣе.

Дойдя до стороны, противоположной той, съ которой свѣшиваются положенные наверху снопы, кровельщикъ начинаетъ соединять на гребнѣ снопы двухъ противоположныхъ покатостей. Это онъ дѣлаетъ такимъ образомъ: дойдя доверху, онъ приподнимаетъ свѣсившійся съ противоположной стороны верхній рядъ сноповъ и въ свободное пространство, образовавшееся подъ приподнятыми концами сноповъ, вкладываетъ концы укладываемыхъ съ этой стороны сноповъ, хорошенько расправляетъ ихъ и опять опускаетъ на нихъ приподнятые концы. Потомъ также кладетъ другой рядъ. Такимъ образомъ, снопы одной стороны перекрываются концами сноповъ противоположной. Несравненно лучше, впрочемъ, если раньше уложенные снопы кромѣ того, что приподнимаются, еще и раздѣляются съ конца по горизонтальной линіи и въ образовавшееся углубленіе вкладываются также раздѣленные концы вновь укладываемыхъ съ этой стороны сноповъ. Такое раздѣленіе сноповъ гарантируетъ отъ возможнаго образованія въ крышѣ на этомъ мѣстѣ небольшихъ пустотъ. Когда такимъ образомъ будетъ сдѣлано на протяженіи всей графы, кровельщикъ накладываетъ на самый гребень еще одинъ, послѣдній рядъ сноповъ, также развязанныхъ. Этотъ рядъ долженъ быть положенъ такъ, чтобы снопы, перегибаясь на срединѣ, свѣшивались одинаково на обѣ стороны. Если одного ряда будетъ недостаточно, чтобы выполнить гребень

и придать ему надлежащую остроту, можно положить и другой, только нужно их уложить возможно равномѣрнѣе и правильнѣе и какъ можно сильнѣе уплотнить, для чего кровельщикъ топчетъ ихъ ногами. По окончанiи укладки сноповъ и по поливкѣ только что уложенной графы, накладываютъ на гребень крыши слой сухой глины.

Предварительно гребень обильно поливается очень густымъ растворомъ и сухая глина, подаваемая въ ведрахъ или коробкахъ, высыпается прямо въ растворъ, вжимается въ него и разравнивается руками, причемъ она располагается вдоль гребня въ видѣ довольно высокаго гребешка отъ 1½ до 2 и даже до 3 вершковъ. Потомъ кровельщикъ такимъ же порядкомъ соединяетъ на гребнѣ, съ противоположной стороны крыши, графы вторую, третью и т. д., до послѣдней и также вездѣ, вдоль всего гребня, накладываетъ слой сухой глины и хорошенько его разравниваетъ. Послѣ этого, осмотрѣвши всю крышу и удостовѣрившись, что вся поверхность ея приведена въ надлежащiй порядокъ, что нигдѣ нѣтъ ни углубленiй, ни бугровъ и что гребень представляетъ совершенно прямую линiю, безъ малѣйшихъ впадинъ, кровельщикъ осторожно спускается внизъ, стараясь не повредить поверхность крыши. Это дѣлается удобнѣе всего по длинной лѣстницѣ.

У законченной такимъ образомъ крыши остается только обрѣзать стрѣху и тогда она совершенно готова. Обрѣзывать крышу надо обязательно, ибо если ее оставить необрѣзанною, вѣтеръ, приводя въ движенiе висящую солому, производитъ высыханiе стрѣхи и крыша скоро требуетъ ремонта. Обрѣзку производятъ вдвоемъ. Сначала по краю крыши отъ угла до угла туго натягиваютъ веревку, которая служитъ для обозначенiя направленiя срѣза. Потомъ приставляютъ двѣ лѣстницы,—одну подлиннѣе къ крышѣ, другую покороче къ стѣнѣ, на нихъ входятъ рабочiе и начинаютъ работать косою, строго придерживаясь направленiя натянутой веревки и двигаясь справа на лѣво, т. е. по солнцу. Плоскость срѣза должна быть перпендикулярна плоскости крыши и, слѣдовательно, наклонна къ вертикальной линiи. Время отъ времени косу нужно точить, чер. 1491 (текстъ).

Если покрываемая глино-соломенной крышей постройка загибается подъ угломъ, то въ мѣстѣ сгиба крыши образуетъ входящій уголъ или ложбину. Поэтому глино-соломенная крыша, какъ и просто соломенная, можетъ дать течь въ такомъ сгибѣ. Это происходитъ отъ того, что чрезъ образуемый крышею желобъ проходитъ наибольшая масса дождевой воды, которая и смываетъ быстро глину. Между тѣмъ — въ подобныхъ желобахъ укладку соломы производятъ небрежно и безъ должной тщательности. Для предупрежденія течи нужно, чтобы крыша въ самой ложбинѣ дѣлалась вдвое и даже втрое толще, чѣмъ во всѣхъ остальныхъ мѣстахъ; чрезъ это уголъ закругляется и вода течетъ въ немъ по большей поверхности, а слѣдовательно, должна медленнѣе смывать глину. Кромѣ того важно, чтобы здѣсь солома была правильно уложена, равномѣрно и сильно придавлена и очень обильно залита густымъ растворомъ глины.

Чер. 1491.

Другой случай, когда крыша на срединѣ перегибается и переходитъ изъ болѣе покатой въ менѣе покатую. Этотъ случай особенно часто имѣетъ мѣсто тогда, когда крыша, напр., надъ крыльцомъ служитъ продолженіемъ крыши зданія. Тогда по линіи соединенія этихъ двухъ крышъ образуется впадина, въ которой вода задерживается и чрезъ это

происходитъ быстрое гніеніе и порча крыши въ мѣстѣ сгиба. Для предупрежденія такого случая лучше избѣгать подобнаго соединенія и дѣлать обѣ крыши самостоятельныя. Если же этого сдѣлать почему-нибудь нельзя, въ мѣстѣ соединенія крышъ солому нужно настилать настолько толще, чтобы она отъ гребня до стрѣхи представляла плоскость безъ всякаго или почти безъ всякаго углубленія. Если же и этого сдѣлать нельзя, то нужно, по крайней мѣрѣ, на сгибѣ утолстить крышу настолько, чтобы она въ этомъ мѣстѣ не представляла рѣзкаго перелома и выгибалась лишь постепенно. Затѣмъ, конечно, нужно полить обильнѣе это мѣсто раствором глины.

Когда глино-соломенная крыша будетъ закончена, она представляется самой себѣ вполнѣ. Если она устроена правильно и потомъ не подвергалась какимъ-либо механическимъ поврежденіямъ, то смѣло можно разсчитывать, что она просуществуетъ многіе годы безъ всякаго ремонта. Но для того, чтобы крыша служила дѣйствительно долго, въ обращеніи съ ней необходима нѣкоторая осторожность. Лазанье людей по ней должно быть допускаемо лишь въ крайнихъ случаяхъ, да и то по лѣстницѣ, по которой человѣкъ, не касаясь совершенно крыши, можетъ сойти уже на самомъ гребнѣ, по которому можно ходить безъ опасенія повредить крышу. По окончаніи работы на крышѣ нужно хорошенько загладить на гребнѣ свои слѣды. Лазанье по глино-соломеннымъ крышамъ домашней птицы и кошекъ также должно быть устраняемо по возможности, ибо это служитъ обиванію съ нея глины и существенному ея поврежденію. Также ни въ какомъ случаѣ не должно па потолокъ покрытаго подъ глину зданія сыпать зерно, — такъ какъ тогда и мыши, и крысы неизбѣжно поселятся на чердакѣ, сдѣлаютъ въ крышѣ свои ходы, чѣмъ, конечно, очень сильно повредятъ самую крышу. Наконецъ, нужно наблюдать, чтобы на гребнѣ крыши не появлялись впадины („сѣдлины“), если-же онѣ появляются (что указываетъ на нетщательность работы кровельщика или на неосторожность, съ которой ходятъ по гребню), необходимо такія впадины заполнять глиной или, что гораздо лучше, особенно при большихъ впадинахъ, со-

всѣмъ разобрать крышу на мѣстѣ впадины и снова аккуратно задѣлать образовавшееся отверстіе, стараясь какъ можно плотнѣе уложить солому, съ соблюденіемъ всѣхъ предосторожностей и безъ поврежденія нижележащихъ слоевъ. Впрочемъ, подсыпать глину па гребень крыши черезъ каждые 5—6 лѣтъ слѣдуетъ и въ томъ случаѣ, если даже сѣдлины не образуются. Этимъ можно предупредить ихъ образованіе, такъ какъ гребень чрезъ это сохраняетъ болѣе острую форму. Если-же образуется впадина гдѣ-нибудь по срединѣ ската (что иногда бываетъ на сильно пологихъ и тонкихъ крышахъ), то нужно, ие дожидаясь въ этомъ мѣстѣ течи, осторожно выбрать запавшую часть крыши и въ образовавшееся отверстіе ввести новое количество хорошо пропитанной глины и правильно сложенной соломы и, разровнявъ и прочесавъ ее хорошенько, полить снаружи густымъ растворомъ. Этими двумя случаями почти и ограничивается требуемый глино-соломенной крышей ремонтъ.

При соблюденіи всего этого и при устраненіи перечисленныхъ неблагопріятныхъ вліяній или, по крайней мѣрѣ, при умеиьшеніи ихъ до minimum'а, правильно возведенная глино-соломенная крыша смѣло просуществуетъ 25—30 лѣтъ и больше. Конечно нужно, чтобы крыша была правильно устроена и матеріалы для нея были взяты доброкачественные, такъ какъ въ противномъ случаѣ срокъ службы значительно уменьшится. Но, принимая во вниманіе, что всѣ требованія крыши подъ глину, какъ по возведепію, такъ и по уходу за нею легко выполнимы, можно разсчитывать, что только въ исключительныхъ случаяхъ она окажется менѣе долговѣчною.

Просуществовавъ лѣтъ пять, крыша подъ глину съ менѣе освѣщаемыхъ солнцемъ сторонъ начинаетъ покрываться мхомъ. Къ десяти годамъ эти стороны почти совершенно зеленѣютъ, а подсолнечныя начинаются покрываться мхомъ. Лѣтъ въ 20 крыша дѣлается почти совершенно зеленою.

На чер. 1491 (текстъ) показаны обрѣзка снизу и обдѣлка гребня глино-соломенной крыши.

Въ 1882 году ферма Красноуфимскаго реальнаго училища начала впервые примѣнять устройство несгораемыхъ соло-

менно-ковровыхъ крышъ и постепенно совершенствуя способы устройства ихъ, въ настоящее время въ 9-мъ изданіи наставленія къ изготовленію соломенно-ковровыхъ несгораемыхъ крышъ даетъ между прочимъ слѣдующія свѣдѣнія о способѣ ихъ устройства:

Ковры ткутся на особенно приспособленномъ для того станкѣ изъ обыкновенной соломы, причемъ сухую солому предварительно *нѣсколько вспрыскиваютъ водою*, чтобы она менѣе топорщилась и *плотнѣе ложилась въ утокъ*. Ткать ковры можно изъ всякой соломы; короткой, длинной, мятой (машинной молотьбы) и прямой; но работа изъ соломы мало помятой — старновки идетъ вдвое скорѣе, слѣдовательно, и выгоднѣе. *Ширина ковра не зависитъ отъ длины соломы*, такъ какъ короткая солома кладется въ пучки въ разбѣжку, причемъ коротенькія соломинки замыкаются и удерживаются нитями основы такъ плотно, что ихъ, изъ хорошаго сотканнаго ковра, трудно выдернуть руками. Самая удобная ширина для ковровъ соломенныхъ можетъ быть признана: при кровлѣ крыши въ два слоя 1¼ аршина, *при кровлѣ-же въ три слоя — 1 аршинъ 12 вершковъ*; толщина ковра можетъ быть постоянная отъ ½ до ¾ вершка. Длина ковра зависитъ отъ длины ниток, употребляемыхъ въ основу; вообще-же нужно стараться ткать ковры возможно длиннѣе, такъ какъ при этомъ работа идетъ безостановочно и не теряется время на зачины работы, а потомъ ковры можно свободно рѣзать на куски какой угодно длины.

Для основы при тканьѣ ковровъ берутся или прочныя нитки, употребляемыя для плетенья неводовъ, или-же ссученныя бичевки (приблизительно въ половину тоньше сахарной веревки), употребляемыя обыкновенно для спуска веревочныхъ возжей. Изъ пуда указанной бичевки выходитъ ковра отъ 400—520 аршинъ. Понятно, чѣмъ тоньше нить основы, тѣмъ больше количество ковра получается изъ пуда и тѣмъ плотнѣе выходитъ самая ткань ковра, такъ, что платя за тонкія и прочныя нитки дороже, чѣмъ за толстыя, можно еще остаться въ барышахъ не только въ количествѣ аршинъ ковра, но и въ качествѣ его.

Станокъ для тканья соломенныхъ ковровъ настолько

простъ, что можетъ быть сдѣланъ каждымъ плотникомъ. Стоимость его по красноуфимскимъ цѣнамъ опредѣляется въ 8 рублей, причемъ нужно имѣть въ виду, что обзаводиться такимъ станкомъ каждому хозяину-крестьянину нѣтъ никакой надобности. На станкѣ два рабочихъ ткутъ отъ 80—130 арш. въ день; слѣдовательно, на одномъ станкѣ, заведенномъ на общественныя средства, можно за зиму наткать ковровъ на цѣлую деревню.

Такой станокъ отличается отъ обыкновеннаго „кросна", устраиваемаго для тканья холстовъ, только своими размѣрами и валами для натягиванья основы и пріема тканья, а отчасти устройствомъ нитчанокъ и берды, дѣлаемыхъ нѣсколько иначе.

Дабы получить *вполнѣ несгораемую кровлю,* нужно какъ можно лучше и насквозь пропитать соломенные ковры глиной. Для этого берутъ самую жирную глину, т. е. такую, въ которой было-бы очень мало песку. Достоинство глины легко опредѣляется зубами—чѣмъ меньше хруститъ она подъ зубами, тѣмъ менѣе, слѣдовательно, въ ней песку. Для мочки ковровъ глину разводятъ въ водѣ густотою сметаны въ обыкновенномъ творилѣ, т. е. въ квадратной ямѣ, вырытой въ землѣ. При неимѣніи жирной глины, можно употреблять и песчаную, но въ этомъ случаѣ поступаютъ такимъ образомъ: выкапываютъ творило глубокое, аршина въ 2—3½ глубиною, разбалтываютъ въ немъ глину, даютъ песку осѣсть на дно, а потомъ сверху счерпываютъ растворъ глины. Такая предосторожность необходима потому, что при мочкѣ соломы въ песчаной глинѣ, крупный песокъ закупориваетъ отверстія и мѣшаетъ проникновенію глиняного раствора во внутрь соломинъ.

Для мочки ковровъ копаютъ длинную яму, глубиною въ 1 или 1½ аршина и такой ширины, чтобы коверъ свободно помѣщался не упираясь своими краями въ стѣны ямы, а нѣсколько отстоялъ отъ нихъ. Длина ямы можетъ быть различна отъ 5 до 10 аршинъ, причемъ ее дѣлаютъ тѣмъ длиннѣе, чѣмъ большее количество требуется ковровъ. Нужно замѣтить, что чѣмъ мельче и длиннѣе яма, тѣмъ легче изъ нея выкатывать вымоченные ковры.

Самая мочка производится такимъ образомъ: на дно ямы сперва наливаютъ глиняный растворъ густоты сметаны, вершка на 2 глубиною, въ который и погружаютъ въ развернутомъ видѣ, первый слой ковра. Затѣмъ слой обливаютъ новымъ количествомъ раствора и старательно, переминаясь съ ноги на ногу, утаптываютъ его въ глинѣ. При этомъ будетъ выходить воздухъ сперва въ видѣ крупныхъ пузырей, а потомъ, по мѣрѣ его выдавливанія изъ соломы, пузыри все уменьшаются, становятся едва замѣтны и, наконецъ, совсѣмъ не появляются, что и будетъ служить признакомъ того, что утаптываніе произведено въ достаточной мѣрѣ, т. е. что изъ соломинъ весь воздухъ выгнанъ и на мѣсто его черезъ трещины проникъ тонкій глиняный растворъ. Напитавъ первый слой ковра, кладутъ другой, а если кусокъ ковра длиннѣе мочильной ямы, то его перегибаютъ въ концѣ ямы и растилаютъ обратнымъ ходомъ. По второму слою снова наливаютъ глину въ такомъ количествѣ, чтобы онъ подъ ногами человѣка погружался бы въ ней, и снова вытаптываютъ воздухъ. Такъ, настилая новые слои ковровъ, поливая каждый изъ нихъ новымъ количествомъ раствора и утаптывая по настилкѣ каждаго новаго слоя, продолжаютъ работу до наполненія всей мочильной ямы. Засимъ, чтобы ковры не всплывали, на нихъ кладутъ небольшую тяжесть и оставляютъ мокнуть въ ямѣ на ночь. *Оставлять ихъ въ ямѣ долѣе сутокъ не годится, такъ какъ солома отъ долгой мочки закисаетъ, портится и потомъ пропускаетъ черезъ себя сырость.*

Всю работу эту должно производить какъ разъ такъ, какъ она здѣсь описана, въ ней-то и заключается весь секретъ полной несгораемости ковровыхъ крышъ, поэтому, если кто захочетъ получить дѣйствительно совсѣмъ несгораемую крышу, тотъ не долженъ отступать отъ этого наставленія.

Для кровли передъ вымочкой *ковры рѣжутъ на куски аршина по 3—4 или 5 длиною.* Прежде ферма крыла цѣлыми коврами, а теперь при всестороннемъ испытаніи этой работы, оказалось, что небольшіе куски отлично держатся на глинѣ, такъ что ихъ прямо прикладываютъ другъ къ другу „въ стыкъ“, даже не связывая между собой, а лишь ста-

раясь о томъ, чтобы спайность кусковъ одного ряда не приходилась противъ спайности ковровъ другого слоя, подъ нимъ лежащаго. При кроеніи ковровъ перерѣзываютъ нити основы, выкидываютъ два или три пучка соломы, чтобы освободить концы нитей, и снова закрѣпляютъ, перевязывая каждую пару нитокъ узлами.

Напитанные глиною ковры въ мокромъ видѣ очень тяжелы, потому, прежде чѣмъ употребить ихъ въ дѣло, ихъ высушиваютъ и поднимаютъ уже тогда, когда они сдѣлаются легкими; въ этомъ, между прочимъ, заключается очень важное преимущество ковровыхъ крышъ. Для сушки ковры разстилаютъ по землѣ на солнцепекѣ и время отъ времени переворачиваютъ такъ, чтобы обѣ стороны высыхали равномѣрно. Если хотятъ устроить просушку, то строятъ изъ жердей козлы, къ которымъ приваливаютъ развернутые ковры такъ, чтобы ихъ обдувалъ съ обѣихъ сторонъ вѣтеръ. Какъ при вытаскиваніи ковровъ изъ мочильныхъ ямъ, такъ и при разстилкѣ ихъ по землѣ для сушки *нужно строго наблюдать за тѣмъ, чтобы ихъ не волочили по землѣ, а скатывали-бы въ трубки и такимъ образомъ перекатывали съ мѣста на мѣсто „котомъ"*. Иначе при волоченіи мокрыхъ тяжелыхъ ковровъ, у нихъ сильно вытягивается основа, увеличивается разстояніе между пучками соломеннаго утока, и коверъ изъ хорошаго — плотнаго можетъ быть обращенъ въ плохой — рѣдкій.

Можно приготовить соломенно-ковровую крышу и изъ немоченныхъ въ глинѣ ковровъ, а лишь хорошо смазанныхъ и послойно склеенныхъ между собою глиной на самой крышѣ. Этотъ сортъ кровли обходится дешевле, чѣмъ изъ моченыхъ ковровъ, такъ какъ вся работа идетъ легче и скорѣе. Сухіе ковры безъ глины такъ легки, что ихъ свертки можно свободно поднимать на крышу вилами; съ ними гораздо удобнѣе и легче управляться на самой крышѣ и, наконецъ, что самое главное, при ихъ употребленіи избѣгается та возня съ вымочкой ковровъ, противъ которой, какъ оказывается, возстаютъ крестьяне.

Способъ кровли какъ вымоченными, такъ и не вымоченными въ глинѣ коврами совсѣмъ одинаковъ; поэтому все, что будетъ

сказано ниже о самомъ способѣ кровли, относится къ обоимъ сортамъ крышъ.

Чѣмъ круче соломенно-ковровая крыша, тѣмъ менѣе на ней застаивается вода, тѣмъ пригоднѣе можетъ быть для нея простѣйшій дешевый цементъ. Наоборотъ, чѣмъ положе крыша, тѣмъ глаже она должна быть выглажена и тѣмъ лучшаго цемента она потребуетъ. *Соломенно-ковровую крышу можно сдѣлать и совершенно плоскую;* такую, напримѣръ, какую принято дѣлать подъ желѣзо, но для этого необходимо покрыть и выгладить всю ея поверхность цементомъ, совсѣмъ не пропускающимъ воды. При хозяйственныхъ деревенскихъ постройкахъ болѣе *правильнымъ подъемомъ крыши можно признать, когда длина стропилъ равняется двумъ третямъ ширины зданія,* такъ, напримѣръ, если домъ 12 арш. ширины, то длина среднихъ стропилъ должна быть по 8 аршинъ.

Ковровыя крыши не тяжелы, потому для рѣшетинъ можно брать обыкновенныя жерди, употребляемыя на изгороди. При зарѣшечиваніи необходимо очень строго наблюдать за тѣмъ, чтобы рѣшетины были ровно на ½ аршина другъ отъ друга, при чемъ это *разстояніе считается не въ свѣту, а отъ середины одной до середины другой.* Такое правильное зарѣшечиваніе обезпечиваетъ кровельщиковъ отъ ошибокъ, и малѣйшее уклоненіе отъ этого правила можетъ нарушить правильное напластованіе ковровъ и даетъ крышу, протекающую отъ дождей. Вообще изъ опыта выведено, что при болѣе густыхъ или рѣдкихъ рѣшетинахъ, набитыхъ приблизительно на глазъ, невозможно получить крышу въ два полныхъ слоя, и всегда будутъ полоски, покрытыя въ одинъ слой, которые и дадутъ течь. *Правила этого нужно держаться во всякомъ случаѣ — будутъ-ли крыть въ два или въ три слоя. Многіе хозяева обратились къ фермѣ съ вопросомъ: что имъ дѣлать, когда у нихъ жерди не прямыя, а суковатыя и кривыя?* Одинъ изъ помѣщиковъ Симбирской губерніи, г. Юрасовъ, нашелъ выходъ изъ этого затрудненія и, приславъ фермѣ благодарность за крыши, любезно сообщаетъ, что онъ *клалъ рѣшетины на разстояніи аршина другъ отъ друга и переплелъ имъ тонкимъ хворостомъ, такъ что сэкономилъ*

жерди и получилъ совершенно ровную обрѣшетку, на которой ковры настилались превосходно.

Стараясь о возможномъ удешевленіи несгораемыхъ крышъ, ферма въ прежнихъ изданіяхъ совѣтовала крыть ковровыя крыши въ два слоя, т. е. такъ, какъ она сама покрыла свои двѣ первыя крыши; но фермѣ пришлось строить черезъ подрядчика 8 разныхъ зданій—домовъ и сараевъ подъ соломенно-ковровыми крышами, и ферма убѣдилась, что крыть въ два пласта можно только своими руками, или же подъ настоящій гидравлическій цементъ, самъ по себѣ совсѣмъ не пропускающій воду; когда же приходится имѣть дѣло съ рабочими и тѣмъ болѣе съ подрядчиками, то невозможно услѣдить за правильностью настилки ковровъ, почему ферма пришла къ заключенію, что лучше, во избѣжаніе всякихъ случайностей, совѣтовать *при обыкновенной кровлѣ крыть не въ два, а въ три пласта.* Въ этомъ случаѣ всѣ допускаемыя неаккуратности въ работѣ будутъ меньше вліять на непроницаемость крыши, такъ какъ пропуски въ настилкѣ или такъ-называемые огрѣхи будутъ покрыты не въ одинъ, а въ два пласта. Дабы сократить расходы на покрытіе однимъ пластомъ лишнимъ противъ прежнихъ, *ферма совѣтуетъ ткать ковры, какъ было сказано выше, шириною не въ 1¼ арш.. а 1¾ арш.* При этомъ вся работа остается та же, и лишній расходъ понадобится на одну пару нитокъ въ основу, что составляетъ ничтожную затрату сравнительно съ удобствомъ болѣе прочной и простой кровли, которая при такой ширинѣ ковровъ получается въ три слоя. Крыша въ три пласта нѣсколько толще, но при трехъ-пластовой кровлѣ, при обильной смазкѣ глиной между слоями, можно крыть болѣе легкими, не вымоченными въ глинѣ, коврами и несгораемость такихъ крышъ полнѣе, чѣмъ при двухъ пластовыхъ, если на нихъ употребить такіе же не моченые ковры.

Настилка ковровъ по рѣшетинамъ начинается снизу и поднимается каждымъ новымъ рядомъ на одну рѣшетину, т. е. на поль-аршина вверхъ. Такимъ образомъ ковровыхъ рядовъ требуется столько, сколько рѣшетинъ на крышѣ. При такой настилкѣ ковры ложатся чешуей, т. е. каждый

слѣдующій сверху коверъ, смотря по его ширинѣ, покрываетъ половину или *двѣ трети* нижняго. Въ первомъ случаѣ кровля получается въ два слоя, а во второмъ—въ три.

По настилкѣ каждаго ряда, ковры съ поверхности смазываютъ глиною — слоемъ такой толщины, чтобы въ немъ свободно тонулъ палецъ. Глина эта можетъ быть и песчаная, даже лучше, если въ ней будетъ много песку.

Относительно густоты глины, употребляемой для послойнаго смазыванія ковровъ, нужно замѣтить, что *чѣмъ она будетъ гуще, тѣмъ прочнѣе будетъ крыша.* За правильную густоту можно считать такую, при которой глина, вываленная изъ ведра на крышу, не стекала-бы сама собою внизъ, а давалась-бы размазываться по ковру.

Если ковры натканы не плотно, при толстой-ли основѣ, или вообще куплены у людей, которые ткутъ ихъ, стараясь только о томъ, чтобы больше наткать въ день, не заботясь о плотности тканья, то въ этомъ случаѣ недостатки ковровъ можно исправить смѣшивая глину, употребляемую для смазки слоевъ, съ мелкою смолою такъ, какъ это дѣлается при приготовленіи соломенно-земляныхъ кирпичей. *Такая подмѣсь соломы къ глинѣ всегда полезна, но при рѣдкихъ коврахъ она безусловно необходима, и подмѣшивать соломы къ глинѣ нужно тѣмъ больше, чѣмъ рѣже натканы ковры.*

Глина, лежащая между слоями ковровъ, склеиваетъ ихъ такъ плотно, что при ковровой кровлѣ *гвозди нужны только для прикрѣпленія перваго нижняго ряда,* а затѣмъ всѣ остальные ряды держатся сами собой на глинѣ. Для того же, чтобы ковры плотно липли къ глинѣ, ихъ прихлопываютъ по настилкѣ каждаго ряда лопатой, почему необходимо наблюдать затѣмъ, чтобы у каждаго кровельщика была съ собою на крышѣ лопата.

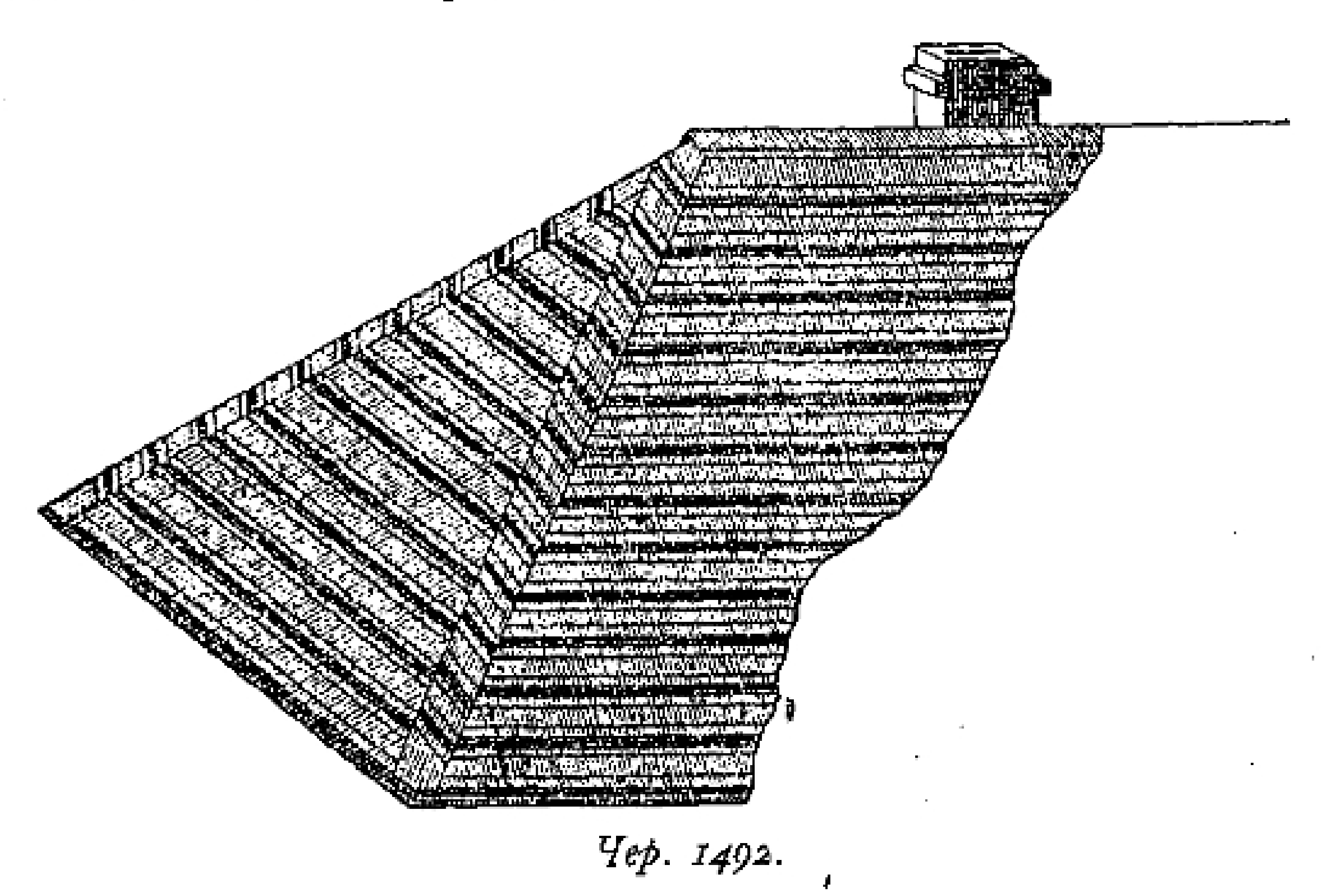
Глина, заключенная между двумя рядами ковровъ, не можетъ быть вымыта водой; такъ какъ соломины ковровъ лежатъ по пути стока воды, которая стекаетъ свободно по верху крыши, не касаясь защищенной коврами глины. На этомъ основаніи несгораемость хорошо сдѣланныхъ ковровыхъ крышъ, по способу фермы Красноуфимскаго реальнаго училища, остается всегда одинаковою—во все время, пока будутъ стоять такія крыши.

Очевидно, что при описанномъ способѣ настилки ковровъ ряды, ложась чешуею, какъ показано на чер. 1492 (текстъ), будутъ покрывать другъ друга, смотря по ширинѣ ковра, въ два или три слоя, за исключеиіемъ перваго ряда, половина или треть котораго останется при этомъ покрытою въ одинъ слой. Во избѣжаніе этого по настилкѣ перваго слоя перваго ряда и смазкѣ его глиной, его сплошь покрываютъ вторымъ слоемъ ковра, а затѣмъ уже кладутъ остальные слои, поднимаясь каждый разъ на разстояніе одной рѣшетины, т. е. на полъ-аршина выше и выше. Этотъ первый рядъ, какъ было сказано, прибиваютъ къ третьей или четвертой рѣшетинѣ гвоздями, стараясь о томъ, чтобы онъ совершенно ровно свѣсился съ нижней рѣшетины не болѣе, какъ на 1 или $1^{1}/_{5}$ вершка. *Болѣе длинный свѣсъ негодится*, потому что онъ потомъ самъ собой, отъ своей тяжести загибается внизъ и уродуетъ видъ крыши. Что касается до числа гвоздей, то такъ какъ они требуются только для одного перваго ряда, то ихъ нечего жалѣть и ихъ вколачиваютъ вершка на 4 другъ отъ друга. Гвозди для этого употребляются съ большими шляпками вершка на $1^{1}/_{2}$ длиною, т. е. *въ два ряда мельче употребляемыхъ на тесовыя крыши*. При недостаткѣ гвоздей ихъ можно замѣнить бичевкой, которою ковры обоихъ слоевъ перваго ряда пришиваются къ рѣшетинѣ. Если не укрѣпить хорошо первый рядъ, то онъ потомъ, при настилкѣ слѣдующихъ рядовъ *съѣзжаетъ внизъ и некрасиво свѣшивается съ крыши зубцами*.

Ряды ковровъ настилаютъ, пока они не сойдутся на конькѣ крыши такъ, чтобы кромка ковра, лежащаго на одномъ скатѣ крыши, уперлась въ край ковра, лежащаго на другомъ скатѣ. Если при этомъ останется хотя на палецъ разстояніе между коврами, то лучше не пожалѣть и настлать наверху еще по одному ряду и потомъ уже закрыть конекъ. Для полученія конька ферма прежде сшивала пару ковровъ вмѣстѣ и дѣлала ими конекъ, но теперь она совѣтуетъ вмѣсто пары ковровъ, съ которыми тяжело возиться на крышѣ, разстилать прямо по коньку одинъ сырой коверъ и сгибать его на верху, придавая на мѣстѣ перегиба болѣе острый уголъ. При этомъ конекъ получается безъ гребня, но

если хотятъ, чтобы вышелъ гребень, *то коверъ складываютъ по поламъ и вдоль* и прошиваютъ бичевкой, отступая вершка на 1½ отъ середины. Такой гребень выходитъ несравненно ровнѣе и прочнѣе, чѣмъ сшитый изъ двухъ ковровъ, такъ какъ въ этомъ случаѣ солома па мѣстѣ перегиба образуетъ болѣе твердые пучки.

На чер. 1492 (текстъ) изображена крыша четырехскатная; на немъ-же видно, какъ нужно поступать на поворотныхъ углахъ. Чтобы получить аккуратные и непромокаемые углы на такой крышѣ, ковры или прикраиваютъ на стропилахъ, или же загибаютъ, примазывая ихъ глиной. При этомъ въ



Чер. 1492.

обоихъ случаяхъ необходимо покрыть эти углы отдѣльными коврами, причемъ поступаютъ двояко: 1) если крыша смазывается хорошимъ цементомъ, то на этихъ углахъ раскатываютъ прямо полоски ковра, разрѣзаннаго вдоль пополамъ, и 2) если крыши дѣлаются безъ цемента или-же подъ плохой цементъ, то разрѣзы на углахъ покрываютъ чешуйкой, т. е. отдѣльными кусками ковровъ вершковъ по 12 длиною, начиная снизу такъ, чтобы каждый верхній кусокъ покрывалъ часть нижняго.

По настилкѣ послѣдняго ряда ковра на конекъ, крышу можно считать совсѣмъ готовой: но въ такомъ видѣ ее будетъ мочить съ поверхности дождемъ и она прослужитъ не

долѣе обыкновенной соломенной крыши. *Ковровыя крыши очень гладки снаружи и тверды, потому ихъ легко вымазывать сверху* какимъ нибудь такимъ матеріаломъ, который не пропускалъ-бы воды и по которому скатывалась-бы дождевая вода, не касаясь даже верхиихъ слоевъ соломы. Такимъ образомъ долговѣчность ковровыхъ крышъ можетъ быть увеличена различнаго рода смазкою, которая на нихъ ложится совершенно ровнымъ слоемъ.

Конечно, если смазать соломенно-ковровую крышу настоящимъ гидравлическимъ цементомъ въ смѣси съ пескомъ (приблизительно на одну часть цемента 2 или 3 части песку) такъ, чтобы покрыть всю поверхность ровнымъ, тонкимъ слоемъ этой совсѣмъ непроницаемой для воды смѣси, то подъ такимъ покровомъ ковры прослужатъ если не долѣе, то и не менѣе желѣза. Подъ такую смазку нѣтъ надобности крыть въ три слоя, а вполнѣ достаточно въ два, хорошо вымоченныхъ въ глинѣ, высушенныхъ, а слѣдовательно и тонкихъ затвердѣлыхъ ковровъ. Такую крышу можно выкрасить какой угодно краской.

Такъ какъ на покупку настоящаго гидравлическаго цемента денегъ не у всѣхъ хватитъ, то при обыкновенныхъ деревенскихъ постройкахъ — съ крутоскатными крышами, можно смазывать и болѣе дешевымъ матеріаломъ, а именно приготовлять цементъ дома изъ смѣси: 8 частей (положимъ ведеръ) сухой негашеной извести, 6 ведеръ песку и 3 ведра глины. Эту смѣсь разводятъ въ водѣ гуще сметаны и выравниваютъ ею, какъ штукатуркою, всю поверхность крыши. При этомъ *нужно особенно заботиться о томъ, чтобы поверхность была гладкою, чтобы въ неровностяхъ не задерживилась вода, для чего свѣже-набросанный цементъ непремѣнно заглаживаютъ цоклемъ,* т. е. доскою съ ручкой, какую употребляютъ штукатуры. Такой цементъ вначалѣ бываетъ слабъ и можетъ даже протекать, но потомъ онъ все болѣе твердѣетъ и течи не даетъ. По мѣрѣ высыханія, смотря по большему или меньшему жару солнца, цементъ сперва трескается, но этого нечего бояться. Дождавшись, когда онъ высохнетъ и истрескается, его хорошо затираютъ жидкимъ цементомъ, при помощи мочальной швабры, т. е. длинною

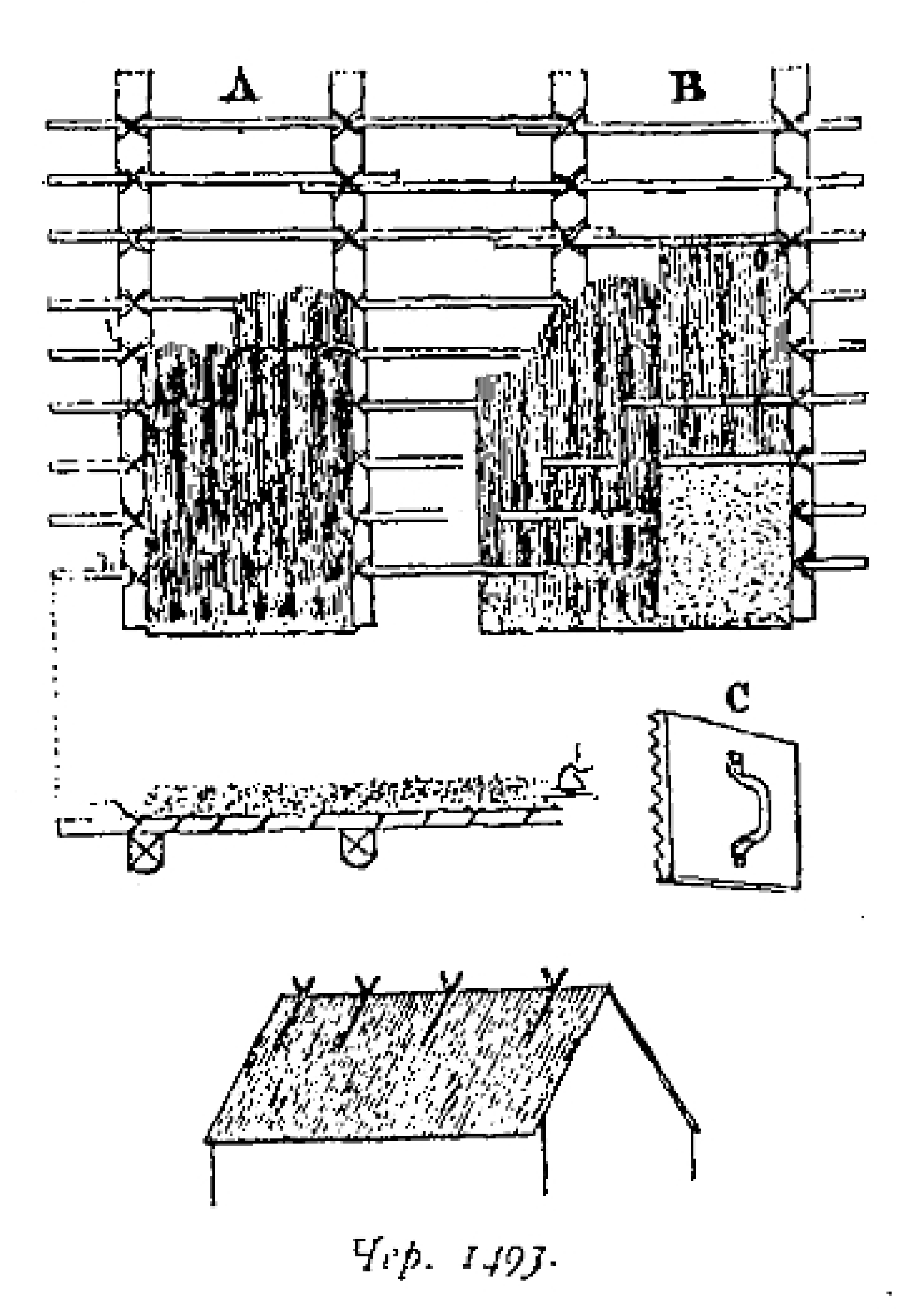
кистью, сдѣланною изъ мочалы, послѣ чего трещины уже болѣе не появляются. Для еще большей плотности смазки и стойкости ея противъ воды нужно сейчасъ же, при смазыванiи цементомъ, пока онъ еще не высохъ, посыпать крупно толченымъ, отсѣяннымъ отъ пыли кирпичнымъ боемъ или крупнымъ пескомъ—галькою, вдавливая ихъ въ цементъ лопаткой или рукой такъ, чтобы какъ крупинки кирпича, такъ и галька тонули бы въ цементѣ и не высовывались бы изъ подъ него наружу, дабы поверхность при этомъ оставалась совершенно гладкою.

Тамъ, гдѣ смола дешева, можно поливать крыши поверху нерастворимымъ смолянымъ мыломъ. Для этого берутъ 4 ведра известковаго молока (т. е. распущенной въ водѣ извести—кипѣли, густотою молока), вливаютъ его въ котелъ, прибавляютъ ведро смолы и кипятятъ; потомъ эту горячую жидкость черпаютъ ведрами и поливаютъ крышу, смазанную глиною съ пескомъ тонкимъ слоемъ этой жидкости. Такъ покрыта въ Красноуфимскѣ большая заводская земская конюшня.

Если у кого нѣтъ возможности достать извести для составленiя описаннаго цемента, тому можно посовѣтовать смазывать крыши еще болѣе дешевымъ матерiаломъ, а именно смѣсью свѣжаго коровьяго помета съ болотной землей. Самая лучшая для этого земля считается та, которая не пачкаетъ рукъ, когда ее пробуютъ въ мокромъ видѣ мять руками. Если такой торфяной черноземъ высушить и смѣшать съ коровьимъ пометомъ, то получится тѣсто, которое по высыханiи трудно размокаетъ въ водѣ. Ферма Красноуфимскаго реальнаго училища дѣлаетъ изъ этой смѣси горшечки для ранняго вывода растенiй, которые наполняетъ землею и поливаетъ водой въ теченiе всей зимы и, не смотря на это, такiе горшечки не размокаютъ и не разваливаются; слѣдовательно, эта смѣсь можетъ быть пригодна для защиты дешевыхъ деревенскихъ крышъ; если ее и будутъ понемногу смывать дожди, то она такъ дешева, что крестьянамъ ничего не стоитъ промазывать ею крыши хотя-бы каждое лѣто.

Въ Уфимской губернiи, гдѣ соломенно-ковровыя крыши

распространяются съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе, придумали особенно прочный и дешевый цементъ, которымъ крыши покрываются тонкимъ слоемъ съ поверхности по коврамъ. Цементъ этотъ состоитъ изъ смѣси по равной части коровьяго помета, обыкновенной подпочвенной глины и мелкой половы или мякины. Смѣсь эта разводится водою, вымѣшивается и въ видѣ жидкаго тѣста размазывается по поверхности. Цементъ этотъ отличается особою упругостью, никогда не лопается отъ жары лѣтомъ и представляетъ достаточную стойкость противъ атмосферныхъ осадковъ. Цементъ этотъ, употребленный фермой при оштукатуркѣ стѣнъ и потолка во временномъ помѣщенiи салотопии, оказался настолько вязкимъ и упругимъ, что онъ не отскакивалъ отъ ковровъ даже на мѣстахъ, гдѣ были оставлены провѣсы и ковры были отдуты отъ стѣны.



Чер. 1493.

Многiе хозяева зимою обращались къ фермѣ съ вопросами: можно-ли штукатурить крыши алебастромъ, котораго у нихъ много. По этому поводу ферма произвела лѣтомъ опытъ и можетъ сказать, что изъ двухъ крышъ, покрытыхъ ею для пробы алебастромъ одна крыша, покрытая учениками, не годилась и ее пришлось перемазывать цементомъ, но другая, покрытая настоящимъ штукатуромъ, хорошо знающимъ свое дѣло, покрытая частями разводимаго алебастра,—подъ лопатку, оказалась очень хорошей и стоитъ уже четвертый годъ.

Въ виду неудобо-загораемости крышъ глино-соломенныхъ, устраиваемыхъ указанными выше способами, очевидно съ

ними не могутъ быть сравниваемы обыкновенныя соломенныя крыши изъ старнованныхъ сноповъ, прикрѣпляемыхъ къ обрѣшетинѣ соломенными привязками (подъ колосья), закрѣпляемыхъ снаружи рѣшетинами (подъ солому) и ключами, чер. 1493 (текстъ), вслѣдствіе того, что будучи удобовозгораемыми онѣ не представляютъ той легкости, прочности, которыми отличаются крыши глино-соломенныя, описанныя выше.

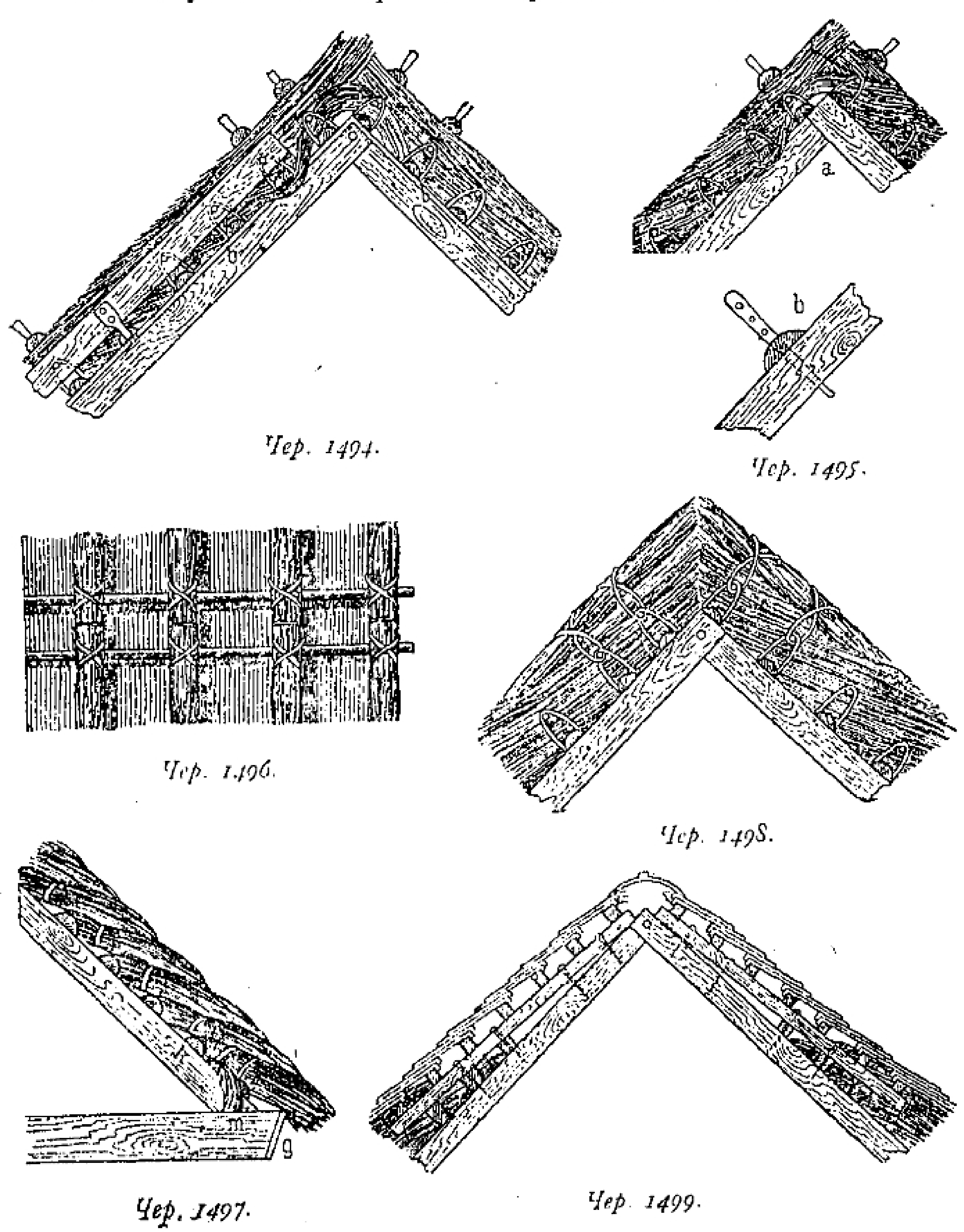
На чер. 1944—1499 (текстъ) представлены соломенныя крыши, устраиваемыя въ Германіи, а на чер. 1500 (текстъ) крыши изъ бамбука, устраиваемыя въ французскихъ колоніяхъ Сенегалѣ и Габонѣ.

Земляныя крыши, устраиваемыя въ Туркестанскомъ краѣ. По балкамъ, оси которыхъ отстоятъ одна отъ другой не болѣе какъ на 10 вершковъ, настилается сплошной слой (васса) тополевыхъ палочекъ, размѣръ которыхъ, шириною 1 верш. и длиною отъ 11 до 12 вершковъ. Васса укладывается па балки вплотную одна къ другой. Сверхъ этого наката настилаются плетенки (въ родѣ циновокъ) изъ расплющеннаго тростника, а поверхъ плетенокъ насыпается слой земли около 5—8 вершковъ толщиною въ рыхломъ видѣ. Земля тщательно утрамбовывается деревянными колотушками или трамбовками, сверхъ земли накладывается слой около $1^1/_2$ вершка толщины густого раствора глины, смѣшанной съ пескомъ и саманомъ (мякиной), а по просыханіи перваго слоя—такой же второй, около $^3/_4$ вершка толщиною. Трещины, образующіяся при высыханіи, тщательно затираются глиной съ пескомъ.

Такія крыши, съ небольшимъ ремонтомъ, отлично исполняютъ свое назначеніе, не смотря на зимніе проливные дожди Туркестанскаго края. Ремонтъ состоитъ въ ежегодной смазкѣ за одинъ разъ вышеописаннымъ растворомъ поверхъ старой массы.

Второй способъ состоитъ въ смазкѣ, за 2 или 3 раза, толстымъ слоемъ смѣси самана и песка съ растворомъ глины, къ настланнымъ на балки барданамъ (тоже плетеные изъ тростника маты, но толще прежде описанныхъ въ 6 или 7 разъ) и затираніи трещинъ глиной съ пескомъ.

Третій способъ похожъ на первый, только вмѣсто плетенокъ кладутъ слой (вершка въ три или 4) камыша.



Чер. 1494.

Чер. 1495.

Чер. 1496.

Чер. 1498.

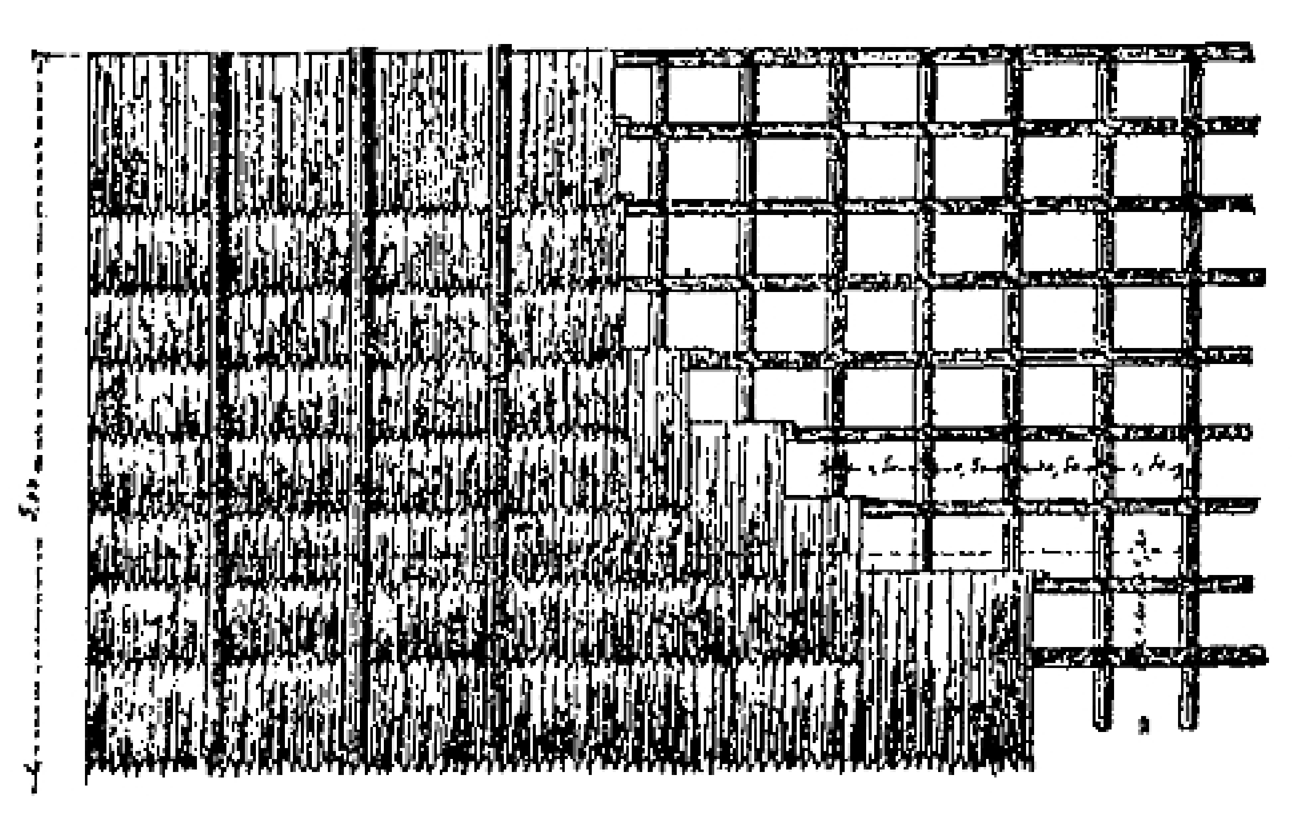
Чер. 1497.

Чер. 1499.

Послѣднія крыши — наиболѣе теплыя и долговѣчныя изъ вышеописанныхъ.

Масса, уложенная закругленной стороной внизъ, даетъ очень красивый потолокъ. Иногда сарты, по положенiи палочекъ на мѣсто, окрашиваютъ ихъ разными красками или же, окрасивъ заранѣе, раскладываютъ ихъ по узорамъ, украшая такимъ образомъ потолокъ.

Неудобство туркестанскихъ крышъ состоитъ въ томъ, что въ зимнее время онѣ представляютъ собою лакомое блюдо для голодныхъ воронъ, которыя разрываютъ крышу



Чер. 1500.

до нельзя. Это неудобство устранится само собою при употребленiи тщательно провѣянной мякины.

Другой недостатокъ такихъ крышъ заключается въ томъ, что въ нихъ заводятся скорпiоны и различныя насѣкомыя. Неудобство это *впрочемъ* мѣстное, не имѣющее на сѣверѣ Россiи значенiя, но на югѣ довольно серьезное.

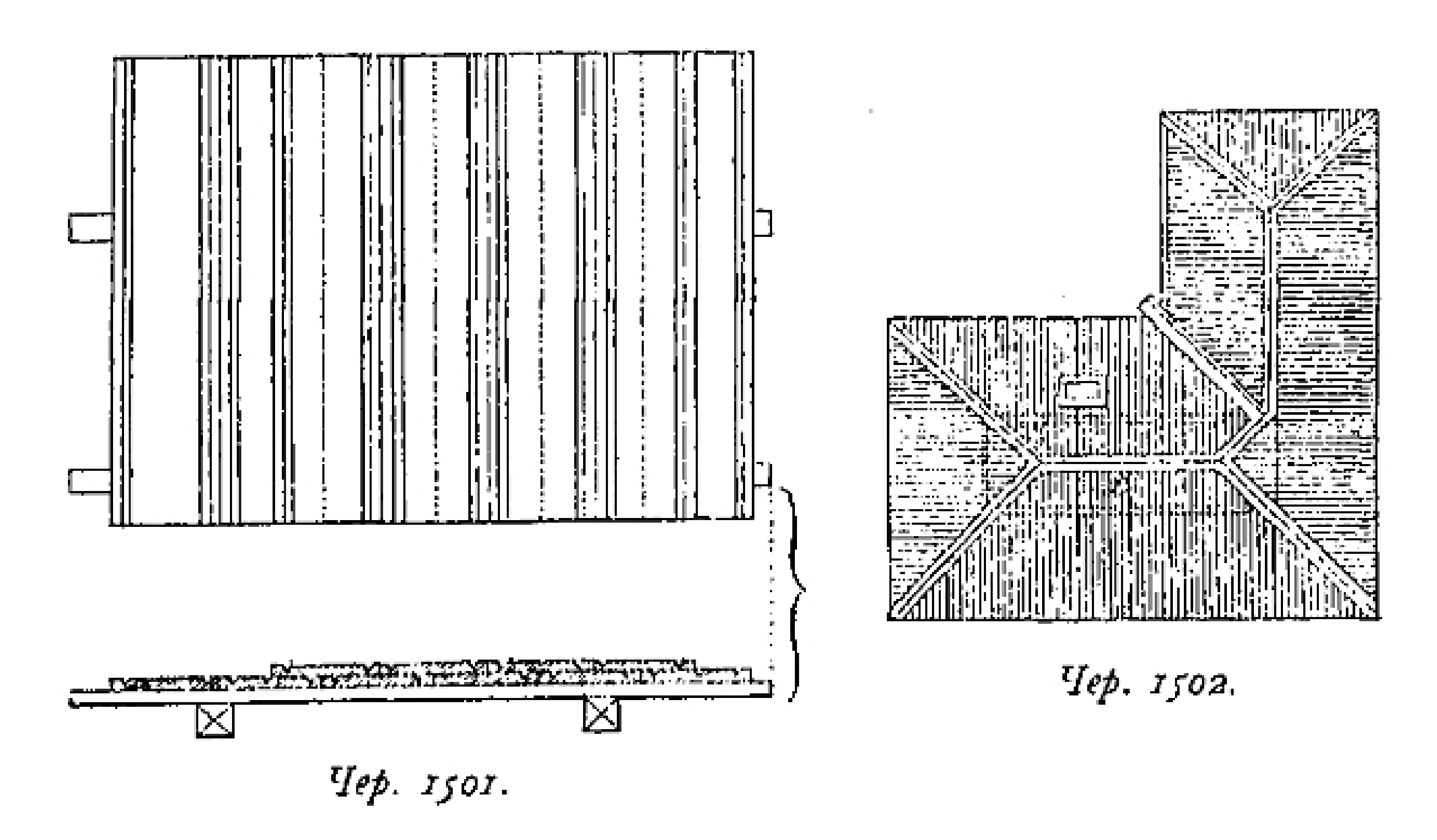
Уклонъ вышеописанныхъ крышъ едва замѣтенъ ($^1/_{20}$—$^1/_{30}$); въ большинствѣ случаевъ онъ образуется соотвѣтствующимъ распредѣленiемъ земляного слоя; иногда же балкамъ даютъ слѣдуемое паклоненiе.

Для стока воды въ земляномъ слоѣ и въ смазкѣ крыши устраиваются приблизительно на $1^1/_2$ саж. одно отъ другого углубленiя, въ которыхъ прикрѣпляются деревянные желоба шириною отъ 2 до 3 вершковъ и длиною отъ $1^1/_4$ до $1^1/_2$ аршина. Съ плоскихъ горизонтальныхъ крышъ необходимо

очищать снѣгъ, потому что когда смочена смазка крыши, ходить по ней нельзя: ноги, вдавливаясь въ мягкую смазку, образуютъ ямки, въ которыхъ вода застаивается и крыша при большихъ дождяхъ начинаетъ протекать.

Вообще въ описанныхъ крышахъ очень важно качество смазки.

Малѣйшій недостатокъ или излишекъ въ количествѣ той или другой изъ составныхъ частей влечетъ за собою образованіе болѣе или менѣе крупныхъ трещинъ при высыханіи смазки, и, слѣдовательно, рискъ остаться безъ крыши.



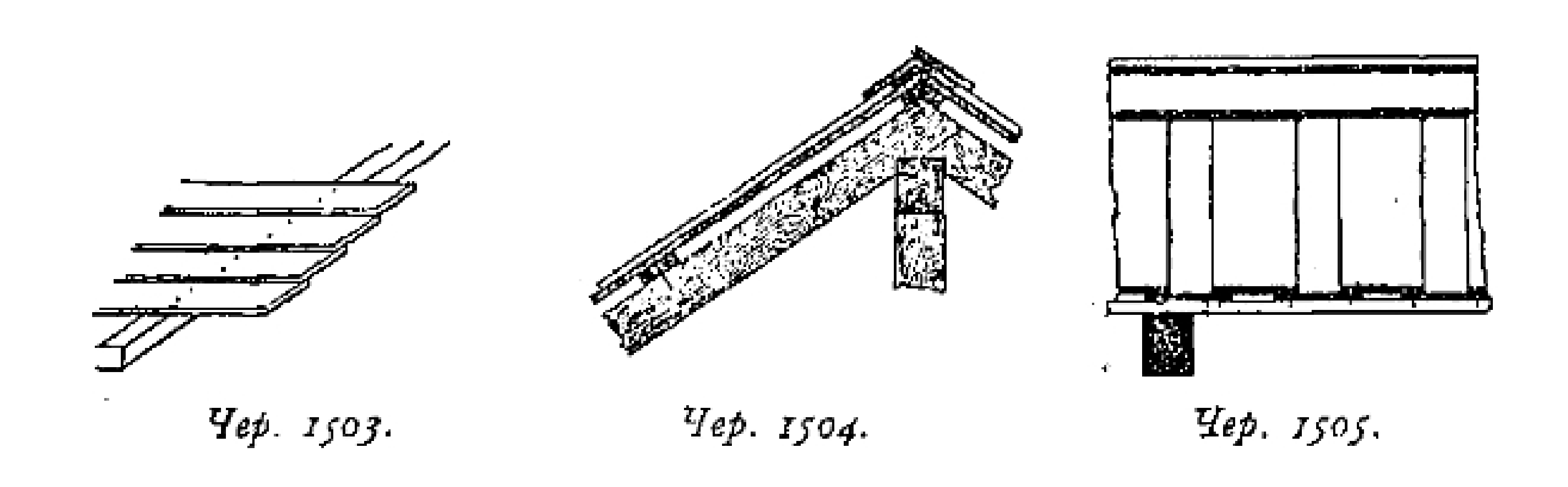
Чер. 1501. *Чер. 1502.*

Пропорцій составныхъ частей указать нельзя: онѣ мѣняются съ малѣйшими измѣненіями свойствъ глины и песка, и потому лучше всего опредѣляются опытомъ.

§ 135. **Кровли досчатыя** или **тесовыя** устраиваются изъ досокъ или, какъ обыкновенно говорятъ, изъ тесу. Доски для этой цѣли употребляются преимущественно сосновыя, гладкія, безъ сучьевъ, заболони и гнилыхъ пятенъ; толщина ихъ отъ 1-го до 1½", широкія доски въ крышѣ болѣе узкихъ коробятся и растрескиваются, а потому ширина досокъ, предназначаемыхъ для покрытія крыши, бываетъ не болѣе 4½ вершк. Много способствуетъ прочности крыши остругапіе досокъ съ 3-хъ сторонъ, т. е. верхняго ряда — съ обѣихъ сторонъ, а нижняго съ одной.

Вмѣсто употребленія толстыхъ досокъ и пространжки соприкасающихся сторонъ, можно на нижній рядъ накладывать картузную смоленую бумагу (или тонкій картонъ) и на нее настилать верхній рядъ досокъ. Длина досокъ должна быть по возможности равна ширинѣ кровельнаго ската. Доски располагаются въ 2 ряда такъ, чтобы швы верхняго ряда приходились противъ средины досокъ нижняго ряда, чер. 1501 (текстъ).

По длинѣ обоихъ рядовъ досокъ, возлѣ кромокъ, вынимаютъ на верхней ихъ поверхности небольшіе ровики (продороживаютъ доски), чер. 1501 (текстъ); это дѣлается для того, чтобы отклонить воду отъ швовъ досокъ. Первый и



Чер. 1503. *Чер. 1504.* *Чер. 1505.*

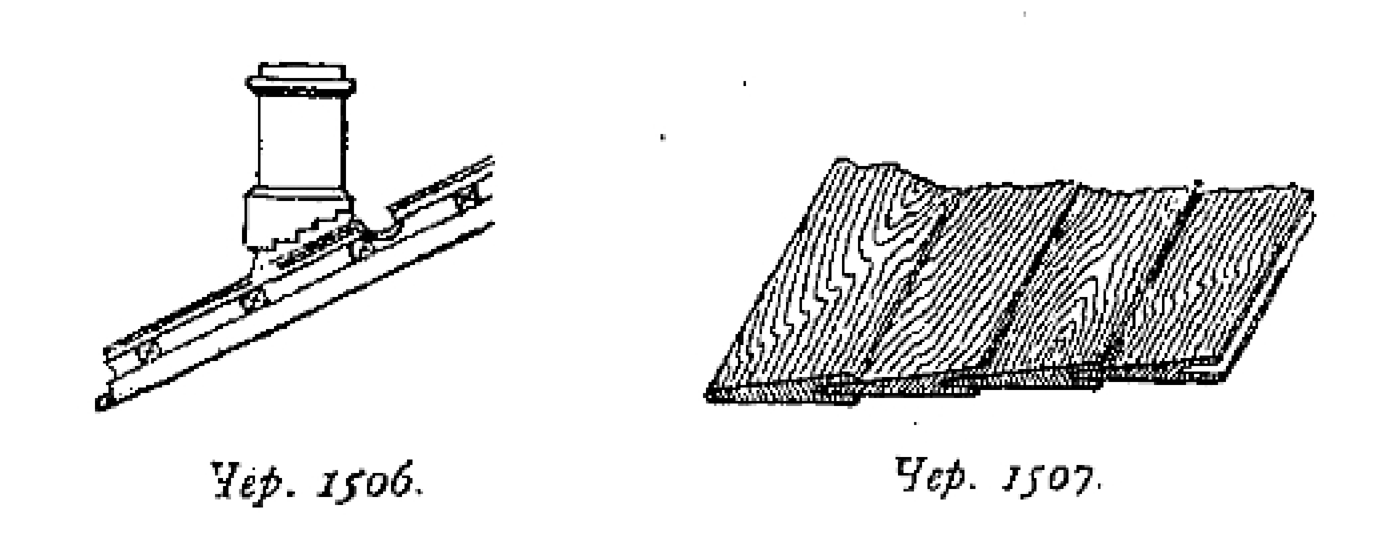
второй рядъ досокъ прибиваются широкошляпными (тесовыми) гвоздями: первый рядъ рѣже, второй чаще; для прибивки верхняго ряда досокъ употребляютъ гвозди такой длины (троетесъ), чтобы они, проходя сквозь оба ряда досокъ, входили въ рѣшетину. Рѣшетины прибиваются на разстояніи 1 1/2 аршина одна отъ другой. По коню и ребрамъ крыши кладутся по двѣ доски, называемыя отливинами, чер. 1502 (текстъ). Наклонъ досчатыхъ кровель бываетъ различный: въ деревняхъ настилаютъ ихъ подъ угломъ въ 60°, въ городахъ — подъемъ ихъ составляетъ 1/3, 2/7, а иногда и 1/4 основанія. Кровли досчатыя, тотчасъ по устройствѣ ихъ, грунтуются, затѣмъ, по окончательной усышкѣ досокъ, окрашиваются за 2 раза масляною краскою.

Обновляя краску каждые три или четыре года, можно сохранить невредимо деревянную крышу въ продолженіи 40 лѣтъ.

Если длина досокъ менѣе ширины ската кровли, то въ верхней части крыши дѣлается изъ досокъ-же дополненіе, называемое *шаромъ*, чер. 1502 (текстъ).

Для незначительныхъ построекъ досчатыя кровли кроются досками параллельно къ коню, съ напускомъ одной на другую, чер. 1503 (текстъ), но этотъ способъ покрытія не даетъ плотной кровли, потому что неизбѣжныя трещины досокъ пропускаютъ сквозь себя воду.

На чер. 1504--1505 (текстъ) показанъ способъ покрытія крышъ досками въ разбѣжку, примѣняемый у насъ для крышъ навѣсовъ, сараевъ и другихъ незначительныхъ или временныхъ построекъ и значительно распростаненный въ



Чер. 1506. *Чер. 1507.*

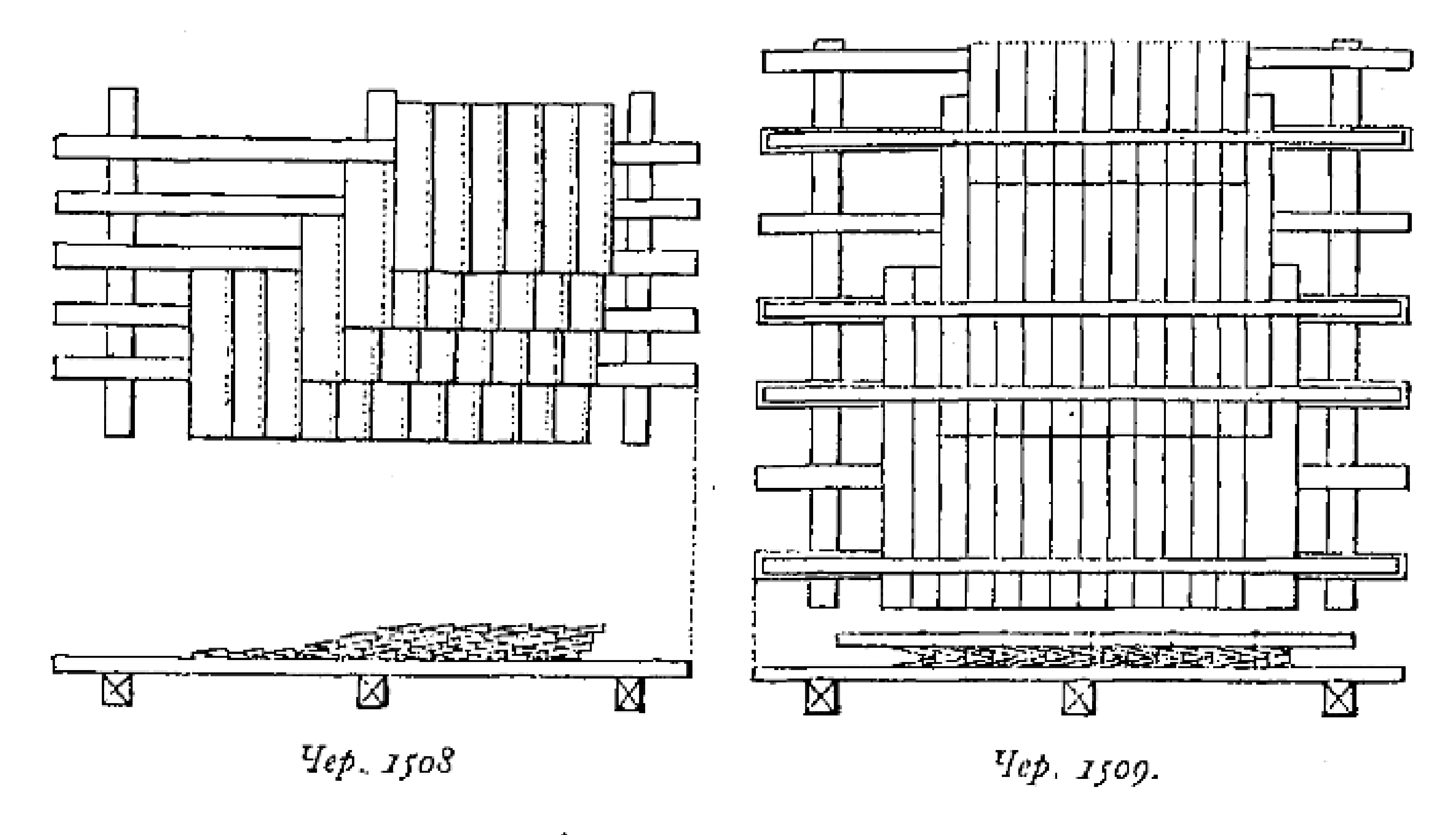
Германіи и во Франціи. На чер. 1506 (текстъ) показана обдѣлка тесовой кровли около дымовой трубы.

§ **136. Кровли гонтовыя.** Для приготовленія гонта распиливаютъ сосновыя или еловыя бревна поперегъ, и потомъ колятъ ихъ на дощечки, длиною около 12½ вершковъ и шириною около 2½ вершковъ (въ чистой отдѣлкѣ). Изъ досчечекъ этихъ выстругиваются гонтины, чер. 1507 (текстъ). Одинъ край гонтины обдѣлываютъ острымъ ребромъ, а другой шпунтомъ, въ который входитъ плотно острое ребро смежной гонтины. Хорошія гонтины должны быть красноваты, прямы, безъ трещинъ и сучьевъ.

Напротивъ того, синеватыя и подточенныя червями—не годны къ употребленію. Слишкомъ сухой гонтъ, передъ употребленіемъ его въ дѣло, погружаютъ на нѣсколько часовъ въ воду, иначе онъ, будучи положенъ на крышу, отъ перваго дождя потрескается и покоробится.

Гонтины располагаются горизонтальными рядами; острыя ребра и шпунты обращены на цѣлой крышѣ въ одну сторону, чер. 1508 (текстъ), каждый рядъ прикрываетъ $^2/_3$ предъидущаго, внизу лежащаго ряда. Каждая гонтина прикрѣпляется къ рѣшетинамъ по крайней мѣрѣ двумя тонкими, такъ называемыми, гонтовыми гвоздями. Крыша изъ хорошаго гонта можетъ простоять слишкомъ 20 лѣтъ.

Для большей прочности гонтовыхъ крышъ ихъ покрываютъ вареною смолою и посыпаютъ зернистымъ пескомъ,



Чер. 1508 *Чер. 1509.*

повторяя эту операцію два раза; или-же по огрунтовкѣ окрашиваютъ ихъ за два раза масляною краскою.

Смотря по желанію, гонтъ можетъ быть укладываемъ на крышѣ въ 2, 3 и 4 ряда.

Кровли драничныя. Драницами называютъ колотыя сосновыя досчечки, длиною до 3 аршинъ, а шириною до 4 вершковъ, употребляемыя обыкновенно для крытія деревенскихъ строеній. Драницы располагаются на кровлѣ горизонтальными рядами, которые сверху прижаты рѣшетинами, прикрѣпляемыми къ нижнимъ рѣшетинамъ деревянными нагелями, чер. 1509 (текстъ).

Въ 1892 году выдана привиллегія на такъ называемую деревянную черепицу для покрытія кровель. Она выдѣлывается

въ видѣ досчечекъ въ 8 вершк. длины, 4 вершка ширины и $1/2$ дюйма толщины. Вслѣдствіе малаго періода времени съ ихъ появленія въ строительной техникѣ, ничего нельзя сказать положительнаго, ни о прочности, ни о стоимости этого новаго матеріала для кровель.

По заявленію изобрѣтателя Г. Модрахъ, вѣсъ 1 квадр. саж. такой крыши, на которую идетъ 90 черепицъ, составляетъ около $2^1/_2$ пудовъ. Черепицы предполагается выдѣлывать фабричнымъ способомъ.

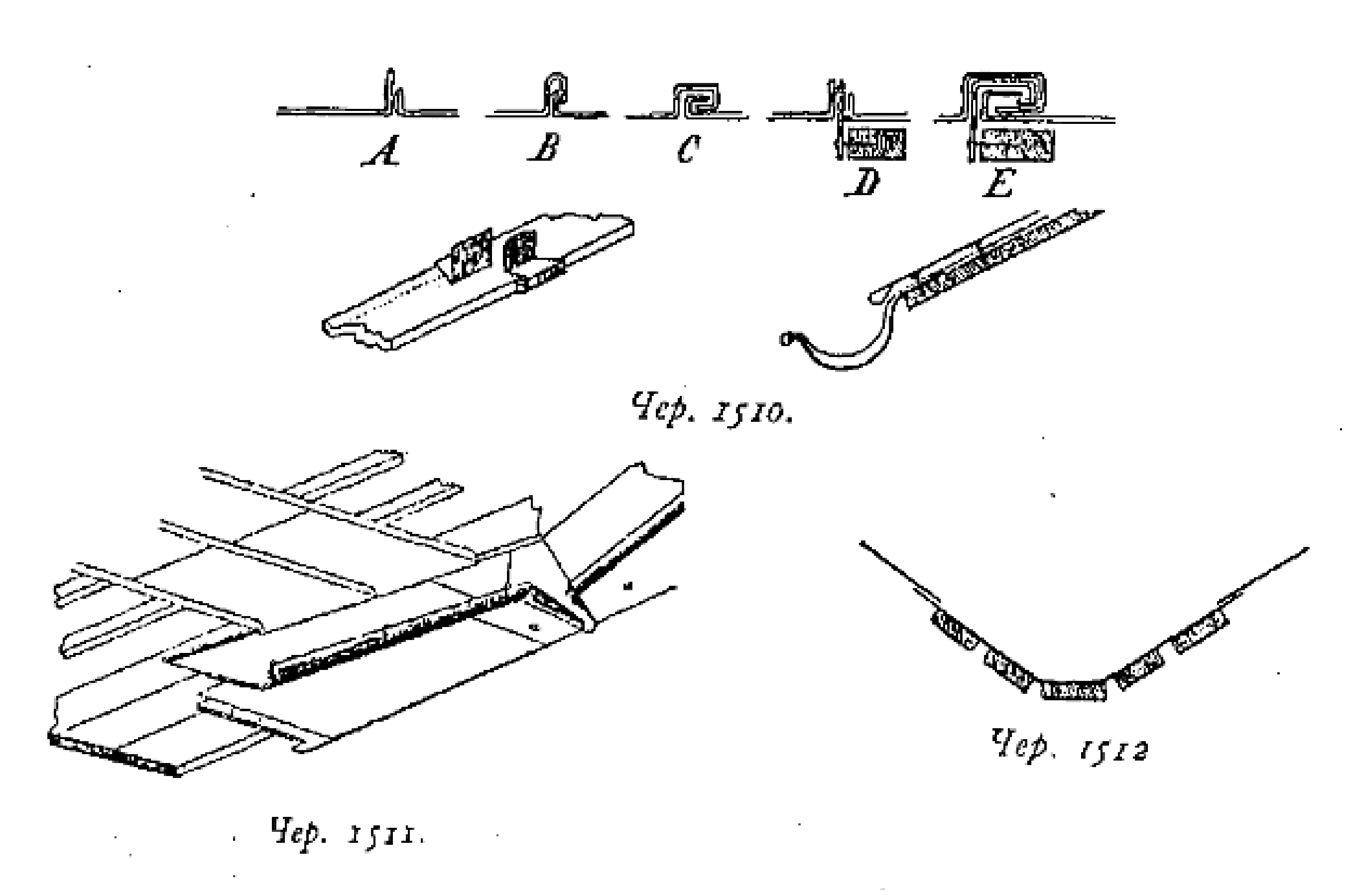
§ 137. **Кровли желѣзныя** могутъ быть устраиваемы:

1) Изъ обыкновеннаго кровельнаго листоваго желѣза чернаго, бѣлаго (жести), оцинкованнаго, 2) изъ желѣза волнистаго или гофрированнаго.

а) На устройство кровель изъ *обыкновеннаго кровельнаго листоваго желѣза* у насъ, въ Россіи, употребляются листы желѣза, длиною 2, шириною 1 аршинъ, вѣсомъ 11 до $13^1/_3$ фунтовъ. Для покрытія зданій казенныхъ преимущественно употребляется листовое желѣзо сибирскихъ заводовъ, вѣсомъ каждый листъ $13^1/_3$ фунтовъ (три листа въ пудѣ); для покрытія зданій частныхъ употребляютъ листы вѣсомъ отъ 11 до 12 фунтовъ.

На заводахъ тоже выдѣлываютъ листы квадратно-аршинные. Приступая къ устройству кровли, необходимо тщательно пересмотрѣть всѣ листы для убѣжденія въ томъ: не продыравлены ли они ржавчиной (свищи) или пескомъ (во время плющенія); достаточно ли они мягки для загиба фальцевъ, не отстаетъ ли отъ листовъ пленка и проч.; вычистить ихъ углемъ и *проолифить*, т. е. покрыть съ обѣихъ сторонъ *олифою*. Потомъ соединяютъ между собою два листа плоскимъ *фальцемъ с*, чер. 1510 (текстъ) и загибаютъ всѣ края *гребнемъ А*, чер. 1510 (текстъ); такимъ образомъ изготовленные листы называются *картинами*; ихъ настилаютъ на обрѣшетку вертикальными рядами, чер. 1511 (текстъ). Горизонтальные швы листовъ дѣлаются плоскимъ или *гладкимъ* фальцомъ, а швы идущіе по направленію стока воды *стоячимъ* фальцомъ *В*, чер. 1510 (текстъ). Рѣшетины подъ желѣзные листы располагаются на разстояніи не болѣе 4-хъ вершковъ одна отъ другой; столь частыя рѣшетины нужны

для того, чтобы ноги взрослаго человѣка, идущаго по кровлѣ, встрѣчали вездѣ опору на рѣшетинѣ; иначе сопряженія листовъ, сдѣланныя одними только загибами, будутъ открываться. Кромѣ того подъ желѣзную кровлю настилаютъ доски такой же толщины, какъ и рѣшетины; во первыхъ—по карнизамъ и нижней части стропилъ въ 2, 3 или 4 ряда, чер. 1511 (текстъ), доски эти нужны для прикрѣпленія настѣнныхъ желобьевъ; во вторыхъ, по коньку и всѣмъ выпуклымъ ребрамъ, по одному ряду досокъ на каждой сторонѣ; въ третьихъ, во впалыхъ углахъ, чер. 1512 (текстъ), для со-



Чер. 1510.

Чер. 1511.

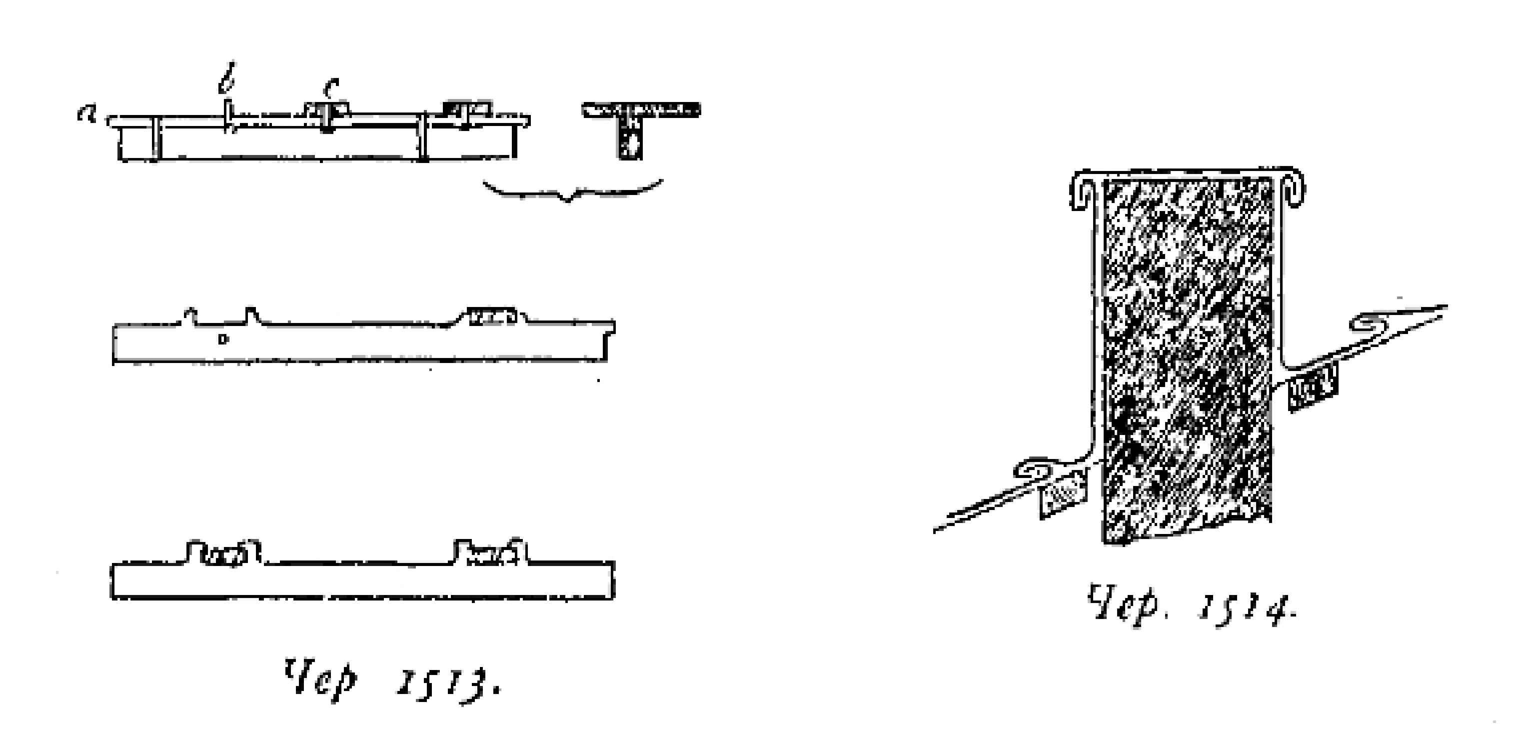
Чер. 1512

ставленія разжелобокъ кладется нѣсколько рядовъ досокъ, параллельныхъ направленію желоба. Бруски для обрѣшетки употребляются сосновые квадратнаго поперечнаго сѣченія въ 2½″, доски — получистыя сосновыя толщиною въ 2½″. Конструкція металлической обрѣшетки, при металлическихъ стропилахъ подъ желѣзную крышу, показана на чер. 1513 (текстъ).

Листы прикрѣпляются къ рѣшетинамъ посредствомъ лентъ *(клямеровъ)*, вырѣзанныхъ изъ листоваго желѣза. Одинъ ихъ конецъ загибаютъ въ фальцъ между листами, чер. *D E* 1510 (текстъ), а другой прибивается къ рѣшетинамъ. Если

рѣшетины желѣзныя, то клямеры обнимаютъ ихъ кругомъ и оба конца клямеровъ загибаются въ фальцъ, чер. 1510 (текстъ).

Съ особеннымъ тщанiемъ надобно укрѣплять край кровли, чтобы ее не сорвало вѣтромъ. Этой цѣли лучше всего удовлетворяютъ *костыли е*, чер. 1511 (текстъ), сдѣланные изъ узкаго и тонкаго шиннаго желѣза (штука отъ 3-хъ до 8-ми фунтовъ вѣсомъ) и расположенные подъ каждымъ швомъ листовъ. Костыли прикрѣпляются гвоздями къ досчатой пастилкѣ, идущей по краямъ кровли. Листы загибаютъ около костылей и такимъ образомъ составляется плотный край крыши. При малыхъ кровляхъ, какъ, напримѣръ, на



Чер. 1513.

Чер. 1514.

карнизахъ и сандрикахъ загнутую кромку листа прикрѣпляютъ къ стѣнѣ проволокою. Свѣсъ кровли изъ за карнизовъ дѣлается отъ $2^1/_2$ до 8 вершковъ, смотря по высотѣ строенiя.

Около дымовыхъ трубъ листы крыши загибаются вверхъ на 3 вершка и закрываются выступомъ цоколя трубы.

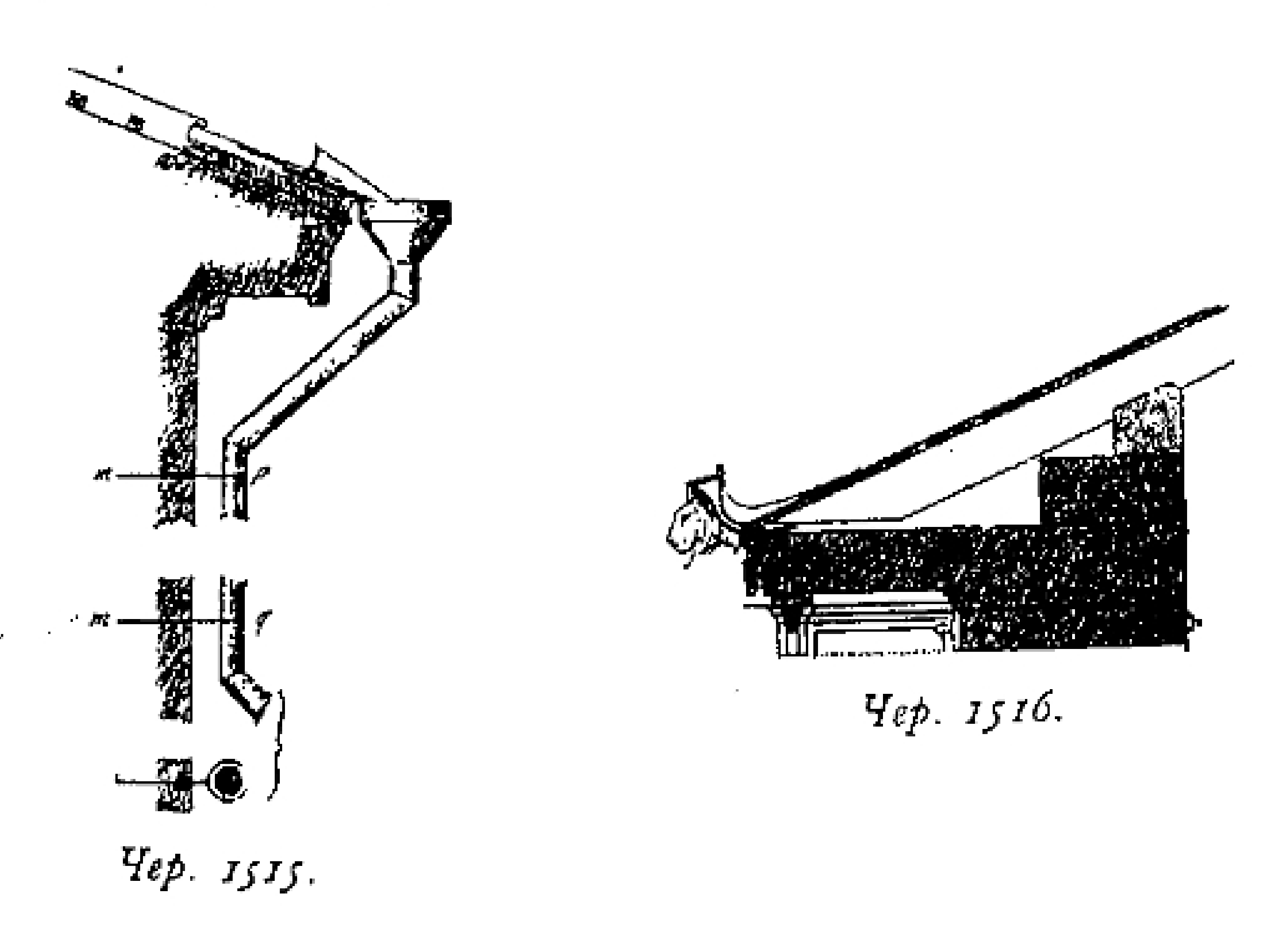
Плоскости, которыя встрѣчаетъ стекающая дождевая вода, какъ то зданiя плоскости парапетовъ, аттиковъ, дымовыхъ трубъ и проч., одѣваются желѣзомъ, поднятымъ вверхъ и образующимъ скатъ отъ этихъ плоскостей.

Брандмауеры, выступающiе изъ за поверхностей кровли не болѣе 1-го аршина, одѣваются сплошь листовымъ желѣзомъ, чер. 1514 (текстъ).

При пересѣченiи плоскостей крыши, гдѣ образуются впалые углы, устраиваютъ съ особеннымъ тщашiемъ *разжелобки*.

Листы, образующіе ихъ, кладутся на сплошныхъ доскахъ, соединяются гладкимъ фальцомъ и запускаются подъ кровельные листы, чер. 1512 (текстъ). Плоскіе разжелобки дѣлаютъ изъ спаянныхъ листовъ жести.

Для отвода дождевой воды у насъ, въ Россіи, при устройствѣ желѣзныхъ кровель, устраиваются подъ краемъ крыши *подвѣсные,* чер. 1510 (текстъ), или *настѣнные желоба,* чер. 1511 (текстъ). Настѣиныые желоба состоятъ изъ желѣзнаго листа, выгнутаго по длинѣ и съ заклепанною въ ребро его проволокою. Загибъ удерживается крючьями, вѣсомъ въ 2 фунта, которые прибиты къ доскамъ гвоздями. Листы со-



Чер. 1515.

Чер. 1516.

ставляющіе желобъ лежатъ на листахъ *a a,* покрывающихъ карнизъ. Наклонъ желобовъ въ $1/10$ основанія. Вода, собранная этими желобами вливается черезъ лотокъ въ *воронку,* чер. 1515 (текстъ), водосточной трубы *pq*. Для избѣжанія воронокъ, безобразящихъ карнизы, можно воду провести прямо изъ настѣннаго желоба въ трубу, пробивъ съ этою цѣлію отверстіе въ карнизѣ. На чер. 1516 (текстъ) показано устройство настѣннаго желоба въ верхнемъ гзимсѣ карниза. Отметъ *q,* находящійся на нижнемъ концѣ трубы, чер. 1515 (текстъ), отбрасываетъ воду отъ основанія зданія. Иногда водосточныя трубы доходятъ до плитъ тротуара и пропускаютъ воду къ лоткамъ мостовыхъ, при помощи особыхъ

чугунныхъ желобовъ, перекрытыхъ наравнѣ съ поверхностію тротуара чугунными крышами. Наконецъ, доводятъ иногда водосточныя трубы до подземныхъ водосточныхъ отъ зданія трубъ.

Водосточныя трубы прикрѣпляются къ стѣнамъ *стремесами т* (вѣсомъ въ 3 фунта). При опредѣленіи числа водосточныхъ трубъ и ихъ діаметровъ, руководствуются слѣдующею приблизительною данною: что каждый квадратный вершокъ въ площади разрѣза трубы достаточенъ для отвода воды съ 3-хъ квадратныхъ саженей площади крыши.

Вѣсъ квадратной сажени желѣзной кровли простирается до 3-хъ пудовъ.

Для лучшаго сохраненія желѣзныхъ кровель, ихъ надо окрашивать масляною краскою. Обыкновенно краска производится по огрунтовкѣ за 2 раза съ наружной поверхности кровли. Въ зданіяхъ паровозныхъ, желѣзнодорожныхъ мастерскихъ и проч. нерѣдко красятъ ихъ съ обѣихъ сторонъ: наружной и внутренней. Лучшая краска для желѣзныхъ кровель—*желѣзный сурикъ*. Чаще употребляемые цвѣта окраски: сѣрый, темно-красный и зеленый.

Въ видахъ прочности крыши, окраска должна быть возобновлена каждые три года.

Изъ вышеизложеннаго видно, что кровли изъ листового желѣза, при большой площади листовъ, даютъ кровлю съ малымъ числомъ швовъ, сравнительно съ предъидущими способами крытія. Швы эти, вслѣдствіе загиба листовъ, становятся плотны и непроницаемы для воды; закрашиваніе швовъ дѣлаетъ непроницаемость эту еще совершеннѣе При такихъ свойствахъ кровельнымъ скатамъ можно давать малые уклоны (у насъ принято $^2/_7$ отверстія). Кромѣ того, по легкости своей, кровли эти не требуютъ сильныхъ стропилъ.

Бѣлое желѣзо, луженое или жесть. Для того, чтобы предохранить поверхность листового желѣза отъ окисленія на воздухѣ, съ давнихъ временъ покрывали его слоемъ олова, какъ металла менѣе подверженнаго ржавчинѣ. Покрытые оловомъ желѣзные листы носятъ названіе *бѣлаго желѣза, жести* или *луженаго желѣза*.

Употребленіе бѣлаго желѣза весьма разнообразно въ

практикѣ; между прочимъ его часто употребляли для покрытія кровель куполовъ, такъ какъ блестящая металлическая поверхность бѣлаго желѣза придавала куполамъ весьма красивый видъ.

Лучшіе виды жести считались англійскими, но употребленіе ея для кровель обошлось бы слишкомъ дорого, да при томъ она слишкомъ тонка для кровли и листы ея, назначаемые для мелкихъ подѣлокъ имѣютъ весьма малые размѣры (2 фута × 1 футъ). Въ виду вышеизложеннаго, у насъ обыкновенно примѣнялась для кровель жесть русская, приготовляемая изъ листового желѣза сибирскихъ заводовъ. Главные недостатки бѣлаго желѣза состоятъ въ пузыряхъ и черновинахъ на ихъ поверхности; пузыри образуются отъ пленокъ въ горномъ желѣзѣ, которыя при полудѣ вздымаются на поверхности желѣза и съ небольшимъ усиліемъ легко могутъ быть содраны такъ, что подъ ними обнажается черное желѣзо. Черновины въ бѣломъ желѣзѣ происходятъ отъ несовершеннаго очищенія окалины съ поверхности чернаго желѣза; въ томъ мѣстѣ, гдѣ окалина закрываетъ поверхность желѣза, олово не пристаетъ къ листу, оставляя при полудѣ черное пятнышко. Оба эти недостатка, въ особенности черновины, не должны быть допускаемы при пріемѣ бѣлаго желѣза, потому что въ этихъ случаяхъ луженое желѣзо, какъ замѣчено уже, можетъ ржавѣть и портиться хуже не луженаго.

Листы бѣлаго желѣза, приготовляемые для покрытія кровель, дѣлаются обыкновенно квадратно-аршинные. Двухъ-аршинные листы, по значительной ихъ величинѣ, затруднительны при луженіи.

Кровля изъ листовъ бѣлаго желѣза дѣлается точно также, какъ изъ обыкновеннаго чернаго, только необходимо непремѣнно при употребленіи бѣлаго желѣза тщательно запаивать борозды горизонтальныхъ фальцевъ кровли для того, чтобы текущая по кровлѣ вода не могла попадать внутрь фальца. Для запайки фальцевъ употребляются сплавъ олова и свинца.

Оцинкованное желѣзо. Въ теченіи послѣднихъ 60 лѣтъ во Франціи, Германіи и Англіи, а послѣднее время и у насъ,

въ Россіи, взамѣнъ покрыванія желѣза оловомъ или луженія его, производится его *оцинкованіе*. Существуетъ два способа оцинкованія — холодный и горячій, въ первомъ случаѣ желѣзо покрываютъ цинкомъ гальваническимъ путемъ, откуда произошло названіе *гальванизированнаго желѣза*; въ послѣднее время чаще всего желѣзо цинкуютъ горячимъ путемъ, опуская желѣзо въ расплавленный цинкъ, при чемъ оно предварительно тщательно очищается механическимъ способомъ и посредствомъ слабой сѣрной кислоты, послѣ чего листы обливаютъ известковой водой, просушиваютъ, опускаютъ въ растворъ амміака, снова просушиваютъ и погружаютъ, наконецъ, въ ванну съ расплавленнымъ цинкомъ затѣмъ вынимаютъ покрытое слоемъ цинка желѣзо и охлаждаютъ въ водѣ. При этомъ способѣ желѣзо покрывается болѣе прочно слоемъ цинка, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Желѣзо оцинкованное предохраняется отъ ржавчины, не только слоемъ цинка, но и тѣмъ, что поверхность оцинкованнаго листа на воздухѣ покрывается тонкимъ слоемъ основной углекислой окиси цинка, трудно растворимой въ водѣ.

Опыты послѣдняго десятилѣтія показали, что относительно прочности противу дѣйствія ржавчины, бѣлое желѣзо или жесть значительно уступаетъ желѣзу оцинкованному. Желѣзо относительно олова — электроположительно, а относительно цинка — электроотрицательно; слѣдовательно олово можетъ предохранить желѣзо только до перваго образованія ржавчины; разъ это случилось, — окисленіе будетъ продолжаться, какъ и въ непредохраненномъ желѣзѣ, цинкъ же совершенно уничтожаетъ возможность дальнѣйшаго образованія разъ уже получившейся ржавчины,

Покрытіе крыши оцинкованнымъ желѣзомъ листовымъ производится также какъ и черными желѣзомъ, при чемъ потребныя кровельныя принадлежности и укрѣпленія, какъ то: шпонки, крючья, костыли, гвозди, проволока, трубы, воронки, отметы, стремяны и проч, берутъ также оцинкованные. Не слѣдуетъ упускать изъ виду, что при крышахъ изъ чернаго желѣза въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ фальцъ не можетъ быть достаточно плотно придавленъ, или въ мѣстахъ, гдѣ можетъ проникать дождевая вода, употребляютъ такъ назы-

ваемую суриковую замазку; при крышахъ же оцинкованныхъ — замазка употребляется цинковая, извѣстиая въ каждой москательной лавкѣ.

Крыши, которыя подвергаются вліянію газовъ, содержащихъ кислоты сѣрнистыхъ или другихъ цинко-вредныхъ реагентовъ, какъ на зданіяхъ: химическихъ заводовъ, красиленъ, писсуаровъ и проч., ие слѣдуетъ дѣлать изъ желѣза только оцинкованиаго, а нужно брать оцинкованно-освинцованное желѣзо, т. е. желѣзо, которое сначала оцинковано, а затѣмъ освинцовано, слѣдовательно имѣетъ на желѣзѣ сперва слой цинка, предохраняющаго его отъ ржавчины, а затѣмъ на цинкѣ слой свинца, на который газы сѣрнистыхъ, амміачныхъ и проч. кислотъ не имѣютъ никакого вліянія.

b) *Оцинкованное волнистое желъзо.* У насъ, въ Россіи, оцинкованное желѣзо для покрытія кровель преимущественно употребляется въ видѣ прямыхъ листовъ, между тѣмъ какъ заграницею большею частію производится покрытіе кровель *оцикованнымъ волнистымъ желъзомъ.*

Кровли изъ волнистаго желѣза очень устойчивы, легки и требуютъ сравнительно очень мало стропилъ для ихъ поддержки.

Волнистое желѣзо было уже подробно описано въ отдѣлѣ потолковъ. Въ настоящемъ отдѣлѣ замѣтимъ, что для кровель оно употребляется трехъ видовъ: *обыкновенное волнистое* или *гофрированное*, балочное *плоское* и балочное *волнистое сводчатое.*

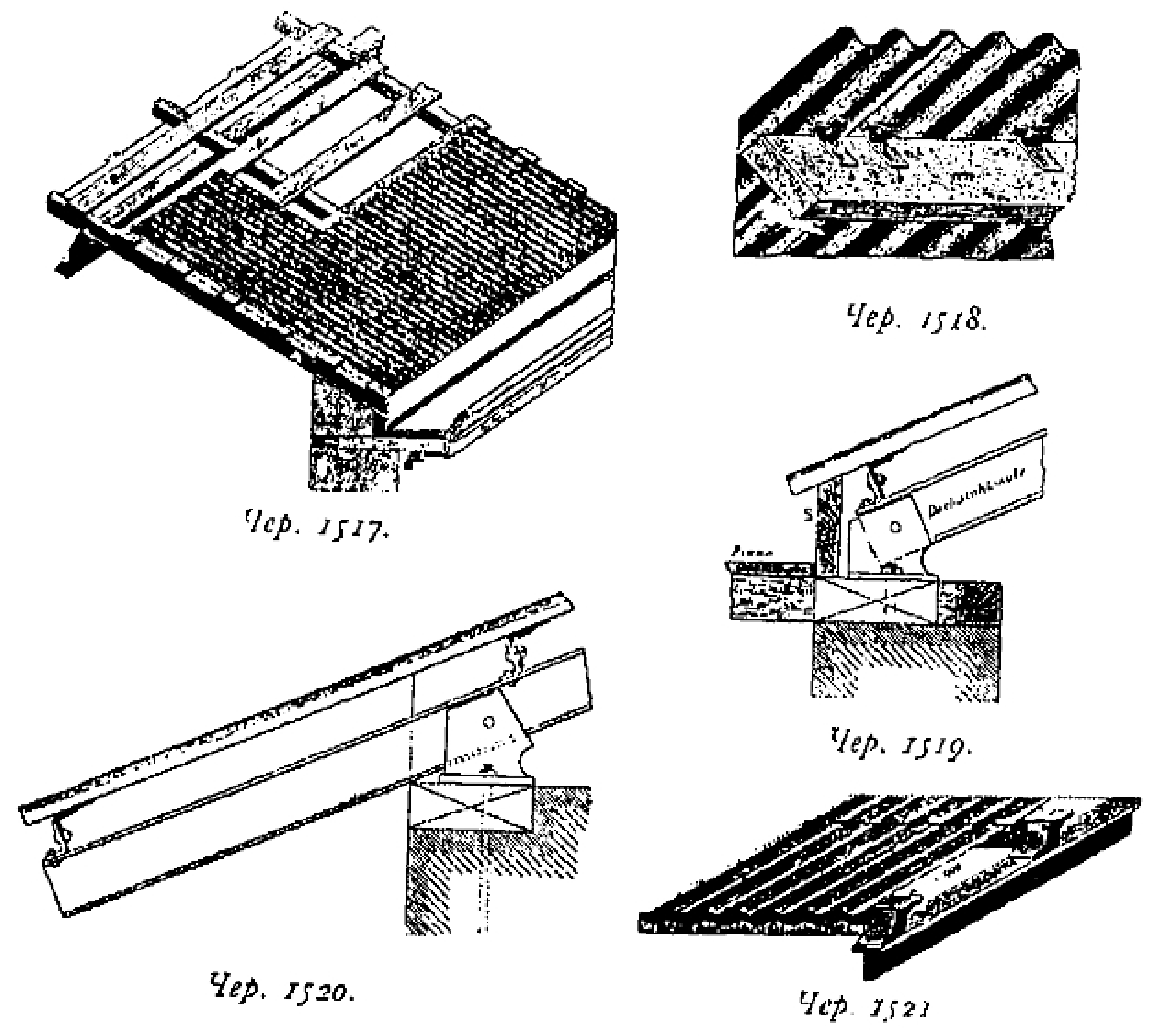
Гофрированное оцинкованное желѣзо весьма пригодно для покрытія кровель: кладовыхъ, пакгаузовъ, сараевъ, рынковъ и проч. и примѣняется у насъ особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда устраиваются кровли на открытыхъ стропилахъ. Въ Петербургѣ покрыты такимъ образомъ рынки Сѣнной и Андреевскій.

Вѣсъ гофрированнаго или обыкновеннаго волнистаго кровельнаго желѣза, въ зависимости отъ его толщины и размѣровъ волны, приблизительно слѣдующій.

Вѣсъ въ фунтахъ 1-го □ аршина при размѣрѣ волнъ:

Толщина желѣза. въ м/м.	25 м/м. вышина. 120 м/м. ширина.	30 м/м. вышина. 135 м/м. ширина.	40 м/м. вышина. 130 м/м. ширина.
1,250	18,80	19,25	20,55
1,125	16,70	17,35	18,50
1,000	15,05	15,45	16,45
0,875	13,20	13,50	14,90
0,750	11,30	11,55	12,35
0,680	10,75	11,15	11,30

Прикрѣпленіе волнистаго желѣза очень просто: край волны одного листа налагаютъ на волну другого листа и



Чер. 1517.

Чер. 1518.

Чер. 1519.

Чер. 1520.

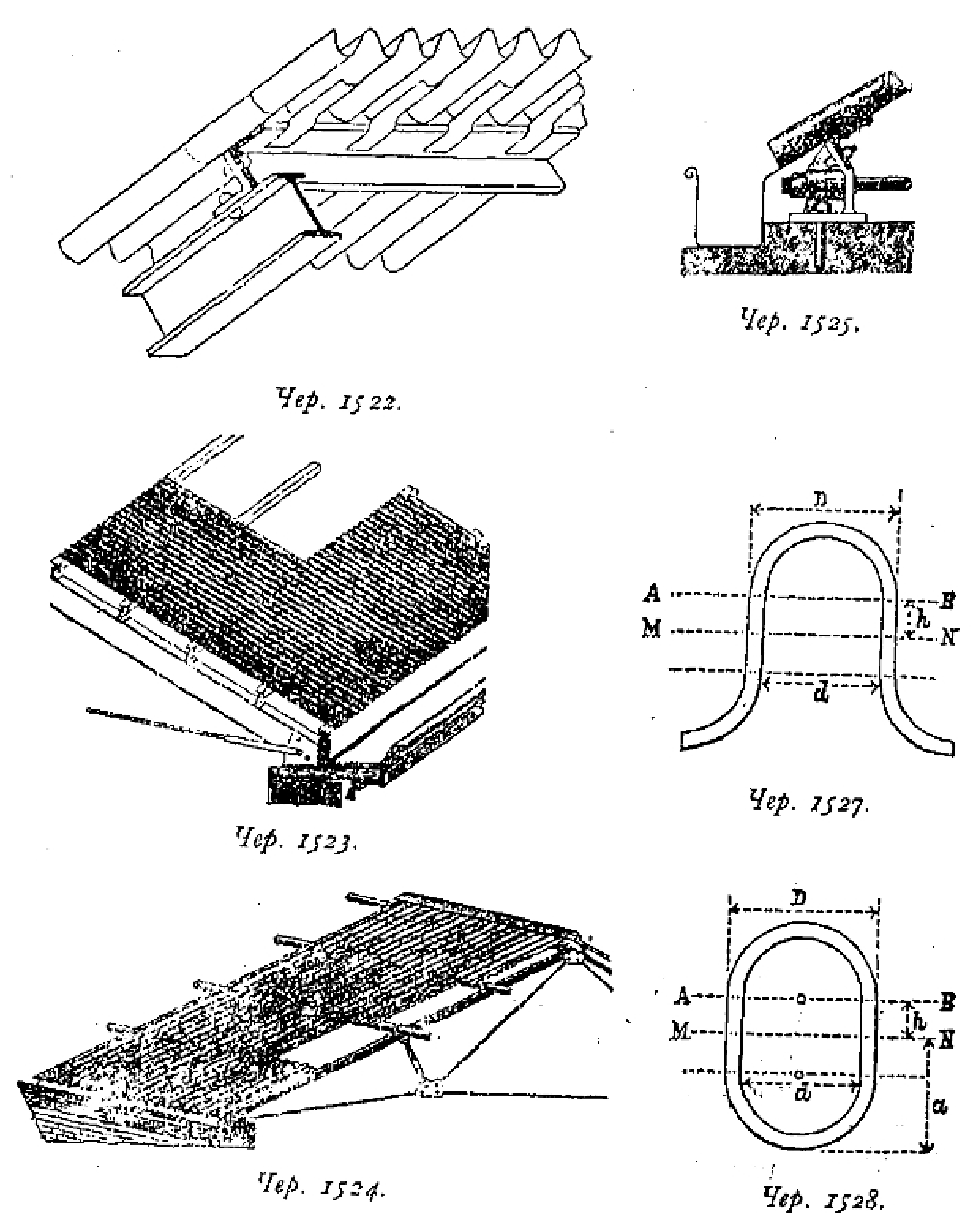
Чер. 1521

соединяютъ посредствомъ заклепокъ, безъ костылей, шпонокъ, крючьевъ и проч.

Скрѣпленіе волнистаго желѣза съ рѣшетинами деревянными показано на чер. 1517, 1518 (текстъ), а металлическими на чер. 1519—1525 (текстъ).

Какъ уже пояснено въ отдѣлѣ потолковъ, начиная съ

1875 года, сдѣланъ большой успѣхъ по отношенію къ удешевленію несгораемыхъ покрытій примѣненіемъ для этой цѣли балочного волнистаго желѣза заводомъ Вильг. Тильмансъ въ Прушковѣ (близъ Варшавы), а также заводомъ Hein,



Чер. 1522.

Чер. 1525.

Чер. 1523.

Чер. 1527.

Чер. 1524.

Чер. 1528.

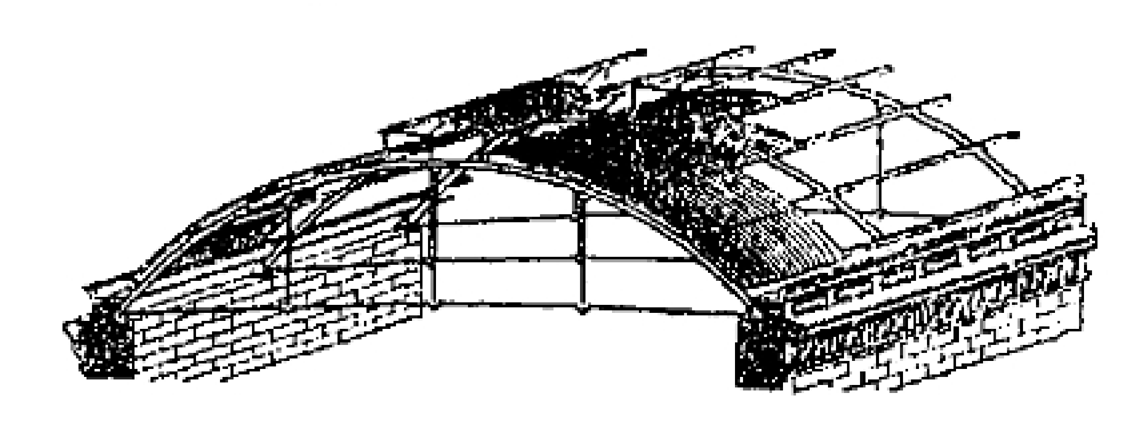
Lehmann et C° въ Берлинѣ — чертежъ 1527—1529 (текстъ). Заводомъ Вильг. Тильмансъ изготовлены значительныя работы для казны, напр., имъ поставлено 2740 квадратныхъ сажень такого желѣза для сараевъ подъ ссыпку зерна въ

Өеодосійскомъ портѣ, а также для крышъ подъ мастерскія Западно-Сибирской желѣзной дороги.

Характеристическая особенность профиля состоитъ въ томъ: что высота волны больше половины ея ширины, причемъ волна состоитъ изъ двухъ полукруглыхъ сводиковъ съ двумя вертикальными стѣнками между ними, такой профиль наиболѣе выгоденъ для принятія нагрузки, такъ какъ имѣетъ значительный моментъ сопротивленія, при относительно маломъ собственномъ вѣсѣ желѣза. Моментъ сопротивленія выражается простою и удобною формулою.

$$\frac{I}{e''} = W = \frac{I}{\frac{h+D}{2}}\left(\frac{\pi}{64}(D^4 - d^4) + \frac{h}{3}(D^3 - d^3) + \frac{h^2\pi}{4}(D^2 - d^2) + \frac{2h^2}{3}(D - d)\right).$$

Въ таблицѣ профилей завода Hein, Lehmann et C° приведены моменты сопротивленія для всѣхъ наиболѣе важныхъ



Чер. 1526.

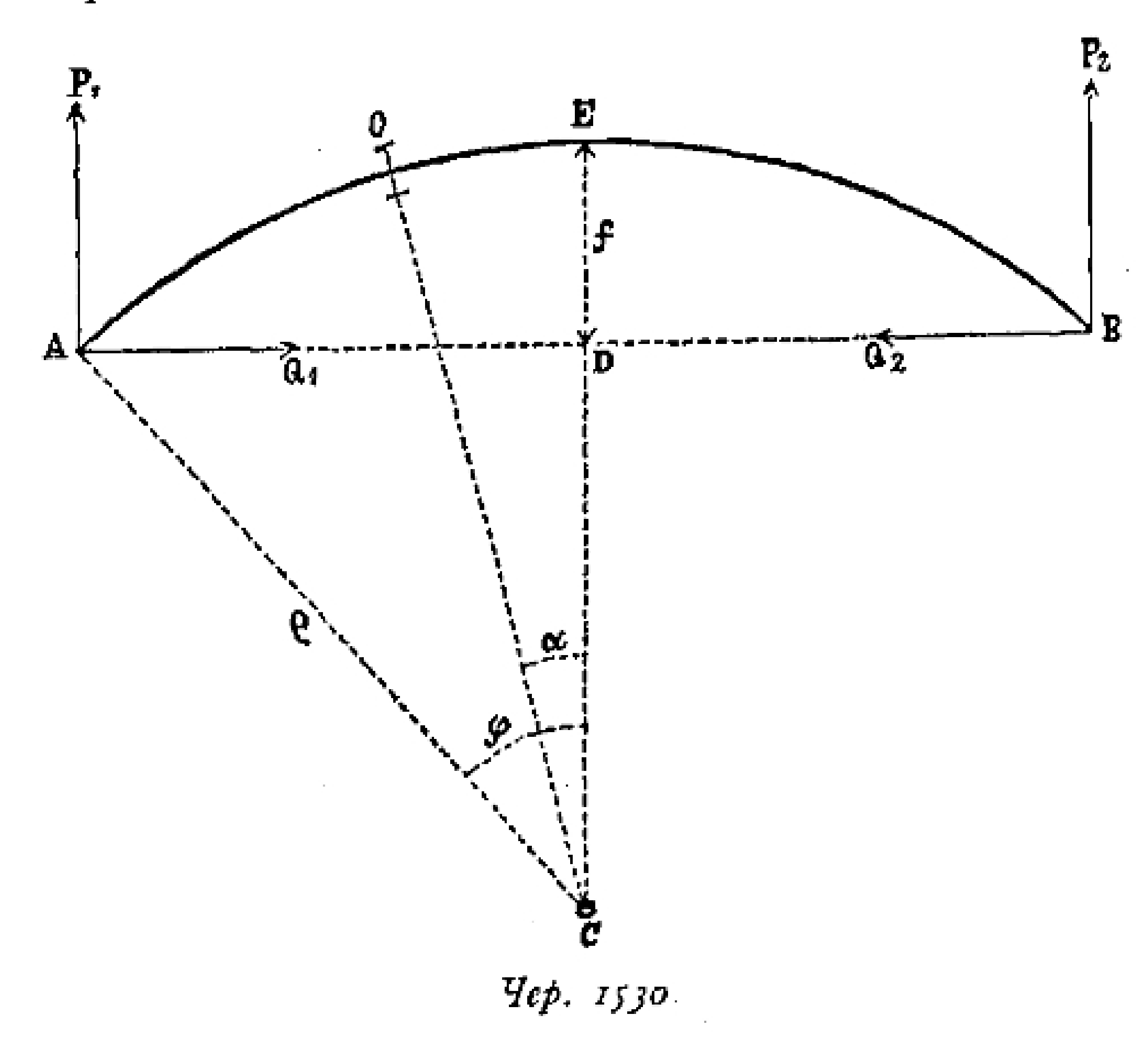
Чер. 1529.

типовъ волнистаго желѣза (таблиц. № 40). Какъ уже пояснено выше, балочное волнистое желѣзо дѣлаютъ прямое и *сводчатое* (изогнутое по длинѣ волнъ); послѣднее особенно важно для покрытія кровель, чер. 1526 (текстъ).

Сводчатое волнистое желѣзо представляетъ собою листы волнистаго желѣза, согнутые въ видѣ свода по дугѣ круга или параболы. Оно выдерживаетъ нагрузку почти въ четыре раза большую той, которую выдерживаетъ прямое желѣзо при томъ же поперечномъ сѣченіи.

Наиболѣе важное примѣненіе это желѣзо получило при устройствѣ несгораемыхъ покрытій безъ стропилъ, а также цѣлыхъ несгораемыхъ строеній.

Подобныя покрытія представляютъ собою сводъ или арку, состоящую изъ склепанныхъ между собою листовъ сводчатаго балочнаго волнистаго желѣза, причемъ распоръ арки уничтожается горизонтальными затяжками изъ круглаго желѣза, чер. 1526 (текстъ).



Чер. 1530

Для разсчета свободнаго арочнаго покрытія изъ волнистаго желѣза, часть крыши длиною равною ширинѣ одной волны, принимаютъ за арку и опредѣляютъ дѣйствующія въ ней усилія чер. 1530 (текстъ).

Если назовемъ черезъ

$2a = AB$ — пролетъ арки

2φ — уголъ при центрѣ

ρ — радіусъ арки

$f = ED$ — подъемъ или стрѣлку арки;

$2pa$ — нагрузку, равномѣрно распредѣленную по длинѣ прогона,

P_1 и P_2 — вертикальныя составляющія на опорахъ,

Q_1 и Q_2 — горизонтальные распоры, то будемъ имѣть уравненія:

$$Q_1 - Q_2 = 0, \text{ откуда } Q_1 = Q_2 = Q$$

$$\left. \begin{array}{l} P_1 + P_2 = 2pa \\ 2a\ P_2 = 2pa^2 \end{array} \right\} \text{ откуда находимъ } P_1 \text{ и } P_2$$

Чтобы опредѣлить распоръ Q_1 или Q_2 положимъ, что равномѣрная нагрузка удвоена и что дѣйствія части EB арки (правой половины) уравновѣшиваются одною горизонтальною силою, приложенною въ ключѣ арки и равною распору $2Q_1$; тогда, если возьмемъ моментъ всѣхъ силъ дѣйствующихъ въ части AE арки относительно точки A, будемъ имѣть

$$2Q_1 f = pa^2.$$

откуда распоръ $Q_1 = Q_2 = \frac{a}{4f} 2pa$ . . . . (1)

Но уравненіе (1) справедливо только въ случаѣ шарнира въ ключѣ арки; силы, дѣйствующія въ замковомъ сѣченіи арки, вслѣдствіе сопротивленія самаго матеріала, образуютъ пару, тогда по Брессу будемъ имѣть:

распоръ $Q = \mu n_1 \cdot 2pa$ . . . . . (2)

Въ уравненіе (2) коэффиціентъ погрѣшности μ берется изъ таблицы Бресса и соотвѣтствуетъ даннымъ отношеніемъ $\frac{g^2}{a^2}$ и $\frac{2\varphi}{\pi}$, причемъ G есть радіусъ инерціи (rayon de gyration), удовлетворяющій условію $g^2 = \frac{I}{Q}$, гдѣ I — моментъ инерціи, Q — сѣченіе арки; коэффиціентъ μ вообще весьма близокъ къ единицѣ, а коэффиціентъ n_1 при извѣстномъ отношеніи $\frac{2\varphi}{\pi}$ находится но таблицѣ II Бресса. Такимъ образомъ (изъ уравненія (2) получимъ точную численную величину распора Q въ случаѣ дѣйствія нагрузки изъ собственнаго вѣса арки, снѣга и вѣтра, равномѣрно распредѣленной по всему пролету арки.

Распоръ этотъ по величинѣ своей есть наибольшій изъ распоровъ, получаемыхъ при различныхъ способахъ нагруженія арки равномѣрно распредѣленнымъ грузомъ. Для опредѣленія напряженій въ произвольномъ сѣченія арки O замѣтимъ, что всѣ силы, дѣйствующія въ сѣченіи O, могутъ быть приведены къ одной силѣ, параллельной касательной въ точкѣ O и къ парѣ силъ.

Положимъ, что N — сила и M — пара силъ или изгибающій моментъ.
N — есть сумма составляющихъ, параллельныхъ касательной,
M — моментъ относительно O силъ, дѣйствующихъ между A и O.

Если возьмемъ проекцію силъ, дѣйствующихъ между A и O на касательную, то будемъ имѣть:

$N = Q\ Cos\alpha + P_1 Sin\alpha - p\rho\ (Sin\varphi - Sin\alpha)\ Sin\alpha$ . . . . (3)

Моментъ M имѣетъ значеніе:

$M = Q\rho\ (Cos\alpha - Cos\varphi) - P_1\rho\ (Sin\varphi - Sin\alpha) + {}^1/_2 p\rho^2\ (Sin\varphi - Sin\alpha)^2$ . . (4)

Этихъ двухъ уравненій совершенно достаточно для опредѣленія напряженій въ производьномъ сѣченіи арки, но для удобства вычисленій,

ихъ можно преобразовать слѣдующимъ образомъ: подставляя въ уравненіи (3) и (4) значенія:

$$Q = 2n_1 . pa \text{ и } P_1 = pa$$
$$\text{или } Q = 2n_1 p\rho . Sin\varphi \text{ и } P_1 = p\rho \ Sin\varphi$$

будемъ имѣть окончательно:

$$N = p\rho \ (2n_1 \ Sin\varphi \ (Cos\alpha + Sin^3\alpha) \quad \ldots \ldots \ldots (5)$$
$$\text{и } M = {}^1/_2 p\rho^2 \ (Cos\alpha - Cos\varphi) \ (4n_1 \ Sin\varphi - Cos\alpha - Cos\varphi) \quad \ldots (6)$$

Измѣняя въ формулахъ (5) и (6) уголъ α отъ O^0 до φ^0, напримѣръ, черезъ каждые 5 градусовъ, найдемъ численныя величины N и M для каждыхъ 5 градусовъ дуги арки. Найденныя такимъ образомъ величины нормальныхъ силъ N будутъ наибольшія изъ всѣхъ значеній, получаемыхъ при различныхъ способахъ нагруженія арки, значенія же моментовъ M — не будутъ соотвѣтствовать наибольшимъ величинамъ ихъ, которыя могутъ быть въ дѣйствительности при другихъ способахъ нагруженія арки.

Наибольшія значенія моментовъ получаются при нагрузкѣ изъ собственнаго вѣса арки, равномѣрно распредѣленнаго по всей длинѣ ея дуги, давленія снѣга, равномѣрно распредѣленнаго по всему пролету и давленія бури — съ одной стороны арки.

На практикѣ можно довольствоваться разсчетомъ арочнаго покрытія при нагрузкѣ изъ собственнаго вѣса арки, давленія снѣга и вѣтра; равномѣрно распредѣленныхъ по всему пролету арки, принимая эту нагрузку въ 150 килограммовъ на 1 квадратный метръ горизонтальной проекціи крыши и при повѣркѣ прочности по формулѣ строительной механики:

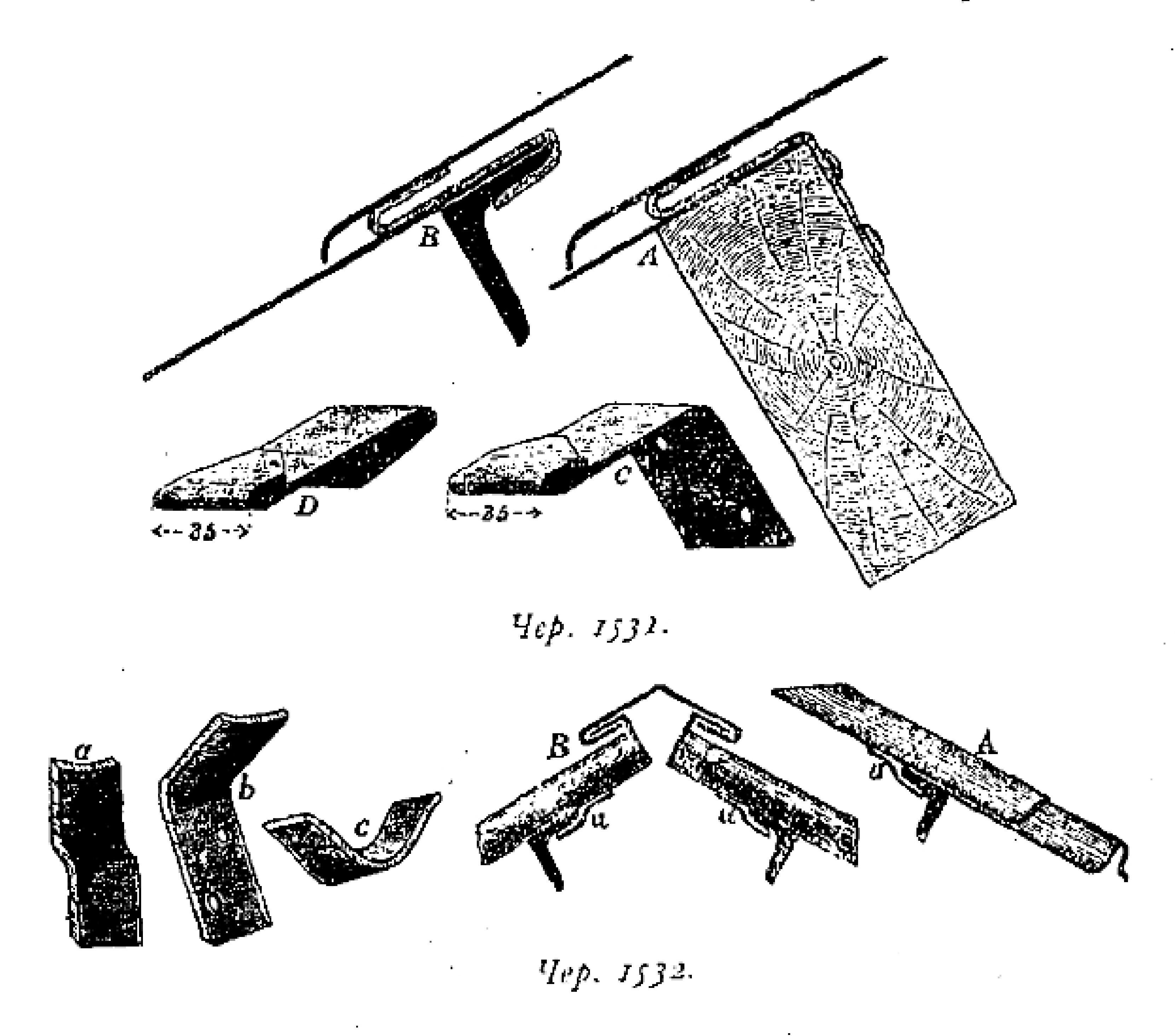
$$R = \frac{N}{Q} + \frac{Max.\ M}{W}$$

найденную величину R увеличиваютъ на 10—15%, тогда это значеніе R будетъ соотвѣтствовать дѣйствительному напряженію арки при самомъ невыгодномъ способѣ нагруженія и должно превосходить 9 килограм. на 1 квадр. метръ площади поперечнаго сѣченія, что вполнѣ безопасно можетъ быть допущено для балочнаго волнистаго желѣза Hein, Lehmann et C⁰, при временномъ сопротивленіи послѣдняго въ 38 килограм. на 1 квадратный метръ.

На чер. 1526 (текстъ) показанъ примѣръ покрытія изъ сводчатаго балочнаго желѣза. При склепкѣ отдѣльныхъ листовъ, составляющихъ дугу арки, заклепки помѣщаются только въ верхней выпуклой части волнъ, а углубленія, по которымъ стекаетъ вода остаются не склепанными. Заклепки

употребляются обыкновенно діаметромъ отъ 5 до 6 м.м. (1/4 дюйма); онѣ предварительно отжигаются и расклепываются въ холодномъ состояніи, чер. 1525, 1531, 1532 (текстъ).

Весьма много покрытій изъ сводчатаго балочнаго желѣза устроено для чугунно-литейныхъ заводовъ, для помѣщеній паровыхъ котловъ и машинъ, для навѣсовъ надъ пассажирскими платформами, для амбаровъ, кладовыхъ, магазиновъ, пакгаузовъ, вагонныхъ и паровозныхъ сараевъ, красильныхъ



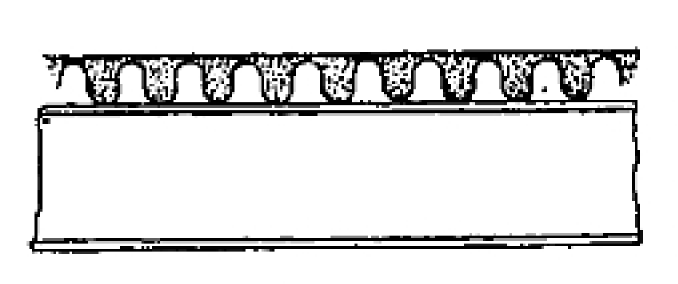
Чер. 1531.

Чер. 1532.

заводовъ, газовыхъ заводовъ, въ особенности въ ретортныхъ помѣщеніяхъ и другихъ промышленныхъ заведеніяхъ и фабрикахъ.

Въ видахъ сохраненія тепла въ помѣщеніяхъ, перекрываемыхъ балочнымъ, сводчатымъ волнистымъ желѣзомъ, арочную крышу изъ волнистаго желѣза штукатурятъ внутри обыкновеннымъ образомъ по досчатой опалубкѣ, подшитой снизу къ волнистому желѣзу; воздухъ, заключенный въ углубленіи волнъ, служитъ дурнымъ проводникомъ теплоты; въ складахъ

для храненія легко-воспламеняющихся веществъ, имѣющихъ обыкновенно небольшой пролетъ отъ 5 до 6 саж., для сохраненія тепла зимою и для предохраненія отъ жары лѣтомъ, для устройства теплой крыши, поверхъ волнистаго желѣза покрытія углубленія волнъ заполняются золою или шлакомъ и сверху укладывается слой дерна. Кромѣ того, даже при значительныхъ пролетахъ арочныхъ покрытій, тепло внутри помѣщеній сохраняется тѣмъ, что поверхъ золы, заполняющей углубленія волнъ, по тонкой цементной смазкѣ, кладется слой древеснаго цемента (Holzcement), весьма легко, непроводящей тепла и не дорого стоющей массы. При употреблении древеснаго цемента и зимою и лѣтомъ въ зданіяхъ сохраняется постоянно умѣренная температура, чер. 1533 (текстъ).



Чер. 1533.

Затѣмъ, кромѣ описанныхъ видовъ покрытій изъ балочнаго волнистаго желѣза, послѣднее съ значительною выгодою можетъ быть примѣняемо также для устройства купольныхъ покрытій безъ стропилъ. Для этой цѣли сводчатое желѣзо прокатывается особымъ образомъ, такъ что ширина волнъ постепенно уменьшается отъ основанія къ вершинѣ купола. Подошва купола укрѣпляется угловымъ желѣзомъ, образующимъ кольцо; по параллелямъ купола мѣста взаимной склепки листовъ укрѣпляются также кольцами изъ угловаго желѣза. Въ вершинѣ поверхность купола упирается въ кольцо изъ корытнаго желѣза, на которомъ утверждается фонарь для освѣщеія внутри купола. Подобные купола могутъ быть устроены діаметромъ до 40 метровъ—для газометровъ, известко-обжигательныхъ печей, сахаро-варенныхъ заводовъ, цирковъ, круглыхъ паровозныхъ зданій, водонапорныхъ башень и проч.

Примѣрами покрытій изъ волнистаго сводчатаго балочнаго желѣза могутъ служить.

Навѣсъ о четырехъ пролетахъ, опирающійся на колонны на заводѣ Лильпопъ, Рау и Левенштейнъ въ Варшавѣ; величина каждаго пролета въ 14,75 метра.

Подобнаго же рода арочное покрытіе устроено въ С.-Петербургѣ надъ желѣзо-прокатнымъ отдѣленіемъ Франко-Русскаго Общества. Это

покрытіе состоитъ изъ 3-хъ пролетовъ, по 20 метровъ каждый и опирается на желѣзныя балки, подпертыя чугунными колоннами.

Надъ металлическимъ заводомъ Huta Bankowa въ Домбровѣ устроено такое покрытіе пролетомъ 33 метра.

Фирмою Hein, Lehmann et C⁰ исполнены купольныя покрытія изъ сводчатаго волнистаго балочнаго желѣза, для покрытія газометра газоваго завода въ Познани діаметромъ 24 метра.

Для газоваго завода въ Хемницѣ діаметромъ 32 метра, и т. д.

Хорошее оцинкованное желѣзо имѣетъ на себѣ равнораспредѣленный слой цинка съ большей или меньшей величины кристаллами или вовсе безъ нихъ, при сгибаніи не лопается и цинкъ не отскакиваетъ. Въ этомъ можно убѣдиться, сгибая листъ желѣза нѣсколько разъ подъ угломъ въ 90⁰, если желѣзо ломается ранѣе 5-ти сгибовъ, то оно хрупкое и негодится; равнымъ образомъ оно плохое, если при сгибаніи цинкъ отскакиваетъ или при ломкѣ съ краевъ отстаетъ и легко можетъ быть отскобленъ пальцемъ или другимъ механическимъ путемъ. При хорошо оцинкованномъ желѣзѣ цинкъ ни въ какомъ случаѣ не отстаетъ и ничѣмъ не можетъ быть отдѣленъ отъ желѣза и въ мѣстѣ излома представляетъ какъ бы одно неразрывное цѣлое.

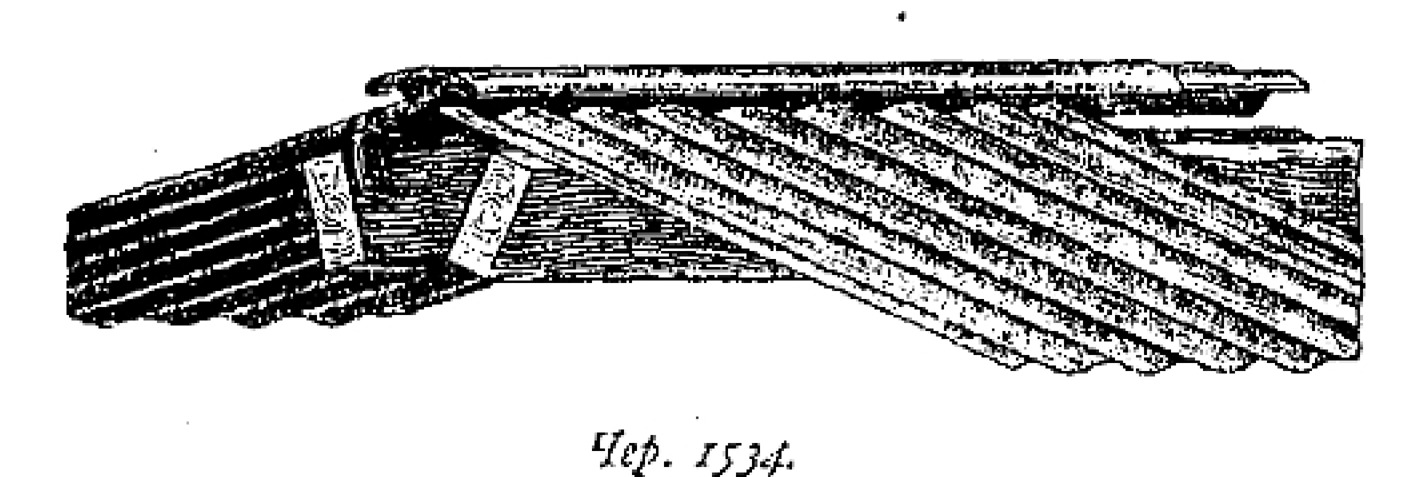
Бываютъ листы, имѣющіе на своей поверхности толстый и довольно черноватый слой цинка, эти листы оцинкованы не въ чистомъ цинкѣ, а въ сгущенномъ, т. е. въ такомъ цинкѣ, который уже имѣетъ примѣсь желѣза, а слѣдовательно для оцинковки листоваго желѣза не долженъ быть употребляемъ.

Часто также встрѣчается въ торговлѣ оцинкованное желѣзо съ маленькими дырочками въ цинковой оболочкѣ: это происходитъ отъ того, что въ черномъ желѣзѣ нерѣдко встрѣчаются листы мѣстами не совсѣмъ сваренные; въ этихъ мѣстахъ такіе листы при опущеніи въ горячій цинкъ образуютъ большіе пузыри; чтобы избавиться отъ нихъ, нѣкоторые прокалываютъ эти пузыри для выпуска содержащагося въ нихъ воздуха и затѣмъ сильно провальцовываютъ, вслѣдствіе чего они показываютъ на оболочкѣ дырочку; такихъ листовъ надо избѣгать въ виду того, что черезъ эти дырочки между цинкомъ и чистымъ желѣзомъ можетъ попасть вода и образовать незамѣтную ржавчину. Малень-

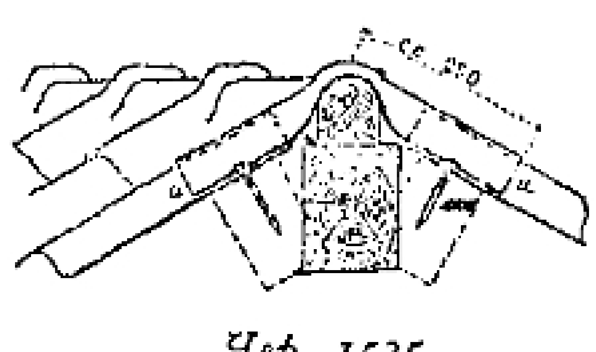
кіе цѣльные пузырьки, не болѣе 10 миллиметровъ въ діаметрѣ, конечно не имѣютъ значенія.

На чер. 1534—1536 (текстъ) показано устройство конька крышъ изъ волнистаго желѣза.

§ 183. **Кровли цинковыя.** У насъ, въ Россіи, цинкъ примѣняется на покрытіе кровель весьма рѣдко, во первыхъ потому, что цѣна его значительно выше стоимости желѣза, во вторыхъ, по неимѣнію опытныхъ для покрытія цинкомъ кровельщиковъ и въ третьихъ, по свойству цинка легко плавиться во время пожара, что крайне затрудняетъ тушеніе пожаровъ, весьма частыхъ при нашихъ деревянныхъ стропилахъ и обрѣшеткѣ.



Чер. 1534.



Чер. 1535.

Чер. 1536.

Во Франціи, Англіи и Германіи цинковыя кровли весьма распространены и въ настоящее время встрѣчаются цинковыя кровли, существующія болѣе 80 лѣтъ безъ поврежденія. Чѣмъ цинкъ чище, тѣмъ онъ болѣе тягучъ и менѣе хрупокъ, и тѣмъ лучше можетъ быть употребленъ въ дѣло.

Цинкъ не долженъ прикасаться желѣзу, потому что отъ этого, при посредствѣ сырости, онъ скоро разрушается: стало быть, въ случаѣ цинковыхъ кровель, гвозди и всѣ прочія кровельныя принадлежности должны быть цинковые. Поверхность цинка отъ соприкосновенія съ воздухомъ покрывается сѣрою пленкою (недокисью цинка), предохраняющею металлъ, подобно слою лака. Толщина листовъ, употребляемыхъ у насъ на кровли, составляютъ около ½ линіи. Цинковые листы, при

6-ти футовой длинѣ, имѣютъ отъ 2-хъ до 3-хъ футовъ ширины и вѣсятъ на 1 квадр. футъ отъ 0,85 до 1,62 фунта. Что касается уклона покрытій, то онъ не долженъ быть менѣе $\frac{3}{24}$ или $1^1/_2$ дюйма на 1 футъ. Цинкъ расширяется отъ увеличенія температуры вдвое болѣе, чѣмъ желѣзо, и потому при настилкѣ его надобно обращать вниманіе на то, чтобы расширеніе цинка было свободно. Впрочемъ небольшія поверхности террасъ, покрытыя спаянными листами цинка, хорошо сохраняются.

Для загибанія въ фальцъ, цинкъ надобно разогрѣвать, иначе онъ легко ломается.

Способы сопряженія цинковыхъ листовъ бываютъ весьма различны, вотъ наиболѣе примѣняемые изъ нихъ:

Чер. 1425, 1430 (атласъ) представляютъ сопряженія фальцемъ.

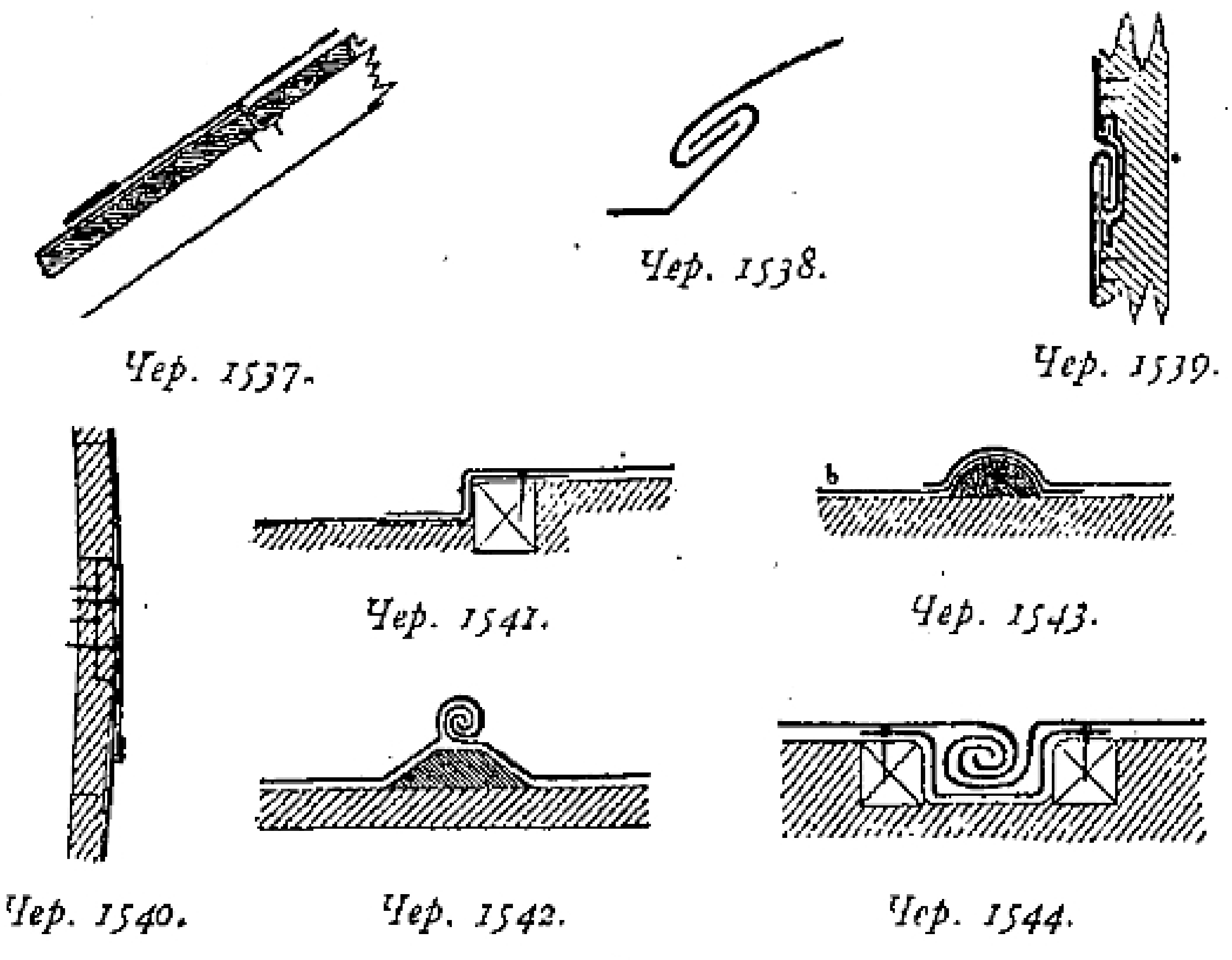
Чер. 1426, 1429 (атласъ) — сопряженія гребнемъ.

На чер. 1427—1428, 1440—1445 (атласъ) представлены сопряженія клямерами или полосками.

На чер. 1446—1453 и 1454—1468 (атласъ) представлено детальное устройство водосточныхъ желобовъ и трубъ, практикуемое заграницей при цинковыхъ кровляхъ.

§ 139 **Кровли свинцовыя.** Свинецъ есть одинъ изъ лучшихъ кровельныхъ матеріаловъ. Его употребляютъ преимущественно для покрытія куполовъ и террасъ. Въ Россіи свинецъ обходится дорого и потому идетъ только на покрытіе террасъ и балконовъ, т. е. такихъ кровель, которыя назначены для ходьбы по нимъ. Запаенные швы листовъ позволяютъ давать террасамъ самыя незначительныя наклоненія. Свинцовые листы имѣютъ преимущество передъ желѣзными и мѣдными, при покрытіи ими террасъ въ томъ, что они не производятъ гула по ногами. Свинцовыя кровли не требуютъ окраски и они существуютъ многія столѣтія безъ поправокъ. Толщина листовъ, смотря по назначенію, бываетъ отъ 2-хъ до 3-хъ миллиметровъ. Вѣсъ свинцовой кровли, при листахъ толщиною $1^1/_2$ линіи, составляетъ около 12 пудовъ на квадр. саж. Свинцовые листы, употребляемые для покрытія, имѣютъ около 3-хъ футовъ ширины и около 10 футовъ длины. Толщина ихъ при вышеозначенныхъ размѣрахъ измѣняется въ

предѣлахъ отъ 1/16 до 1/12 дюйма, что соотвѣтствуетъ вѣсу на 1 квадр. футъ отъ 4,09 фунт. до 6,13 фунтовъ. Листы настилаются на сплошную деревянную опалубку или прикрѣпляются прямо къ наружнымъ поверхностямъ сводовъ. Листы соединяются между собою въ горизонтальныхъ швахъ простымъ наложеніемъ и спаиваніемъ, при чемъ одинъ листъ заходитъ на другой отъ 3-хъ до 4-хъ дюймовъ. Въ вертикальныхъ швахъ листы или соединяются непосредственно фальцемъ или же посредствомъ 2½″ брусковъ. Бруски эти скругляются и прибиваются къ опалубкѣ 5″ гвоздями. Ниж-


Чер. 1537. Чер. 1538. Чер. 1539. Чер. 1540. Чер. 1541. Чер. 1542. Чер. 1543. Чер. 1544.

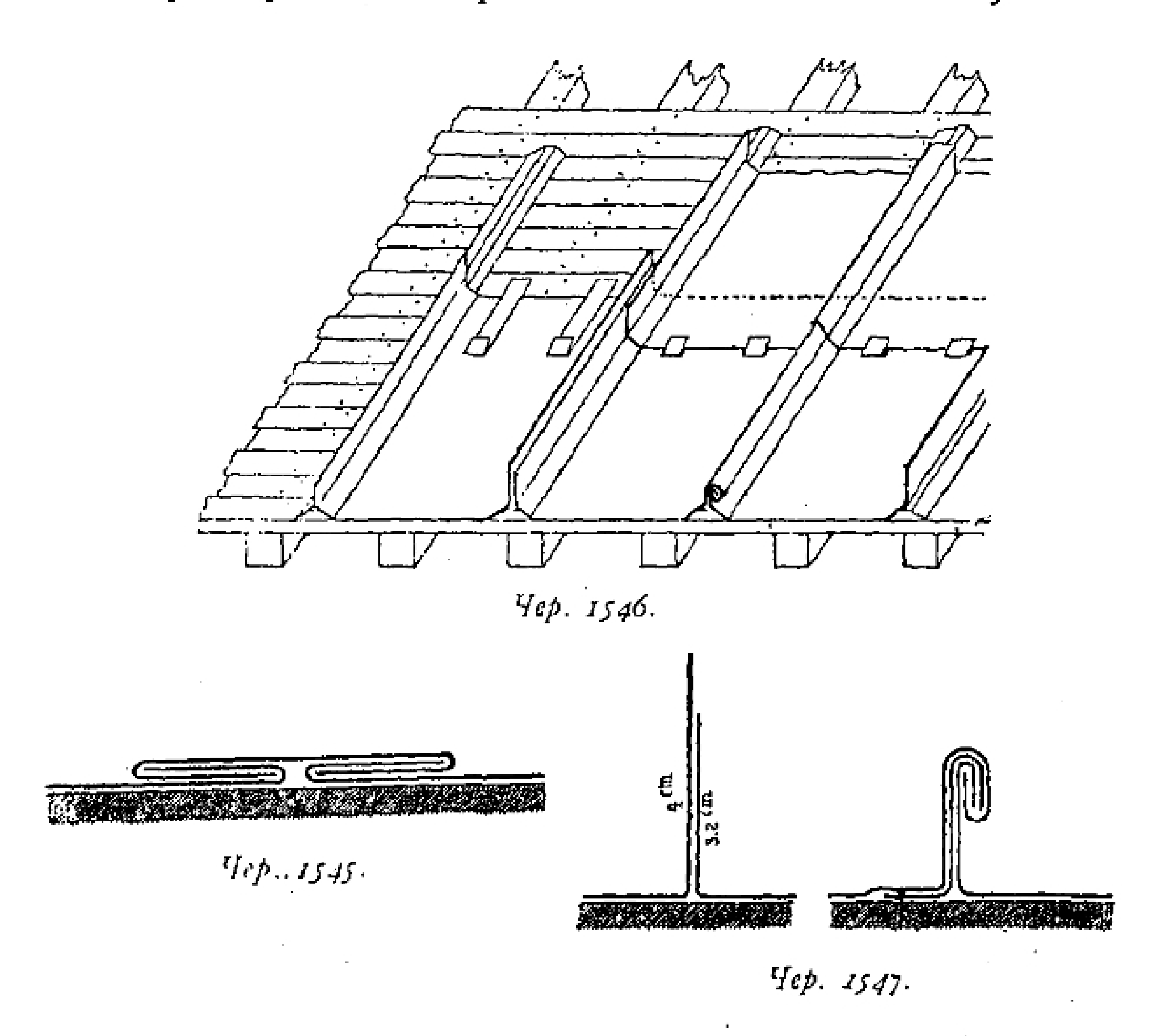
ній листъ прикрѣпляется къ брускамъ цинковыми гвоздями, въ разстояніи около 1-го фута, верхній накладывается на ½ дюйма и припаивается къ листу подъ нимъ лежащему.

Во Франціи многія изъ монументальныхъ зданій покрывались свинцемъ, между прочимъ соборъ Божіей Матери и церковь Инвалидовъ въ Парижѣ.

Въ соборѣ Божіей Матери кровли сдѣланы, чер. 1537 (текстъ), изъ свинца толщиною почти 3 миллиметра. Опалубка была сдѣлана изъ дубовыхъ досокъ шир. 0,08, толщиною 0,03 метра. Свинцовые листы 0,06 метра ширина при 1,50 метра длины. Способы покрытія показаны на чер. 1537, 1538 (текстъ).

На чер. 1539 и 1540 (текстъ) показанъ способъ устройства свинцовой кровли на церкви Инвалидовъ въ Парижѣ. Обрѣшетка представляетъ также сплошную опалубку, толщиною 0,03 метра. Верхняя поверхность опалубки окрашена масляною краскою (minimum).

При покрытіи террасъ свинецъ прокладывается на слоѣ гипса предварительно выровненнаго подъ надлежащій уклонъ.



Чер. 1546.

Чер. 1545.

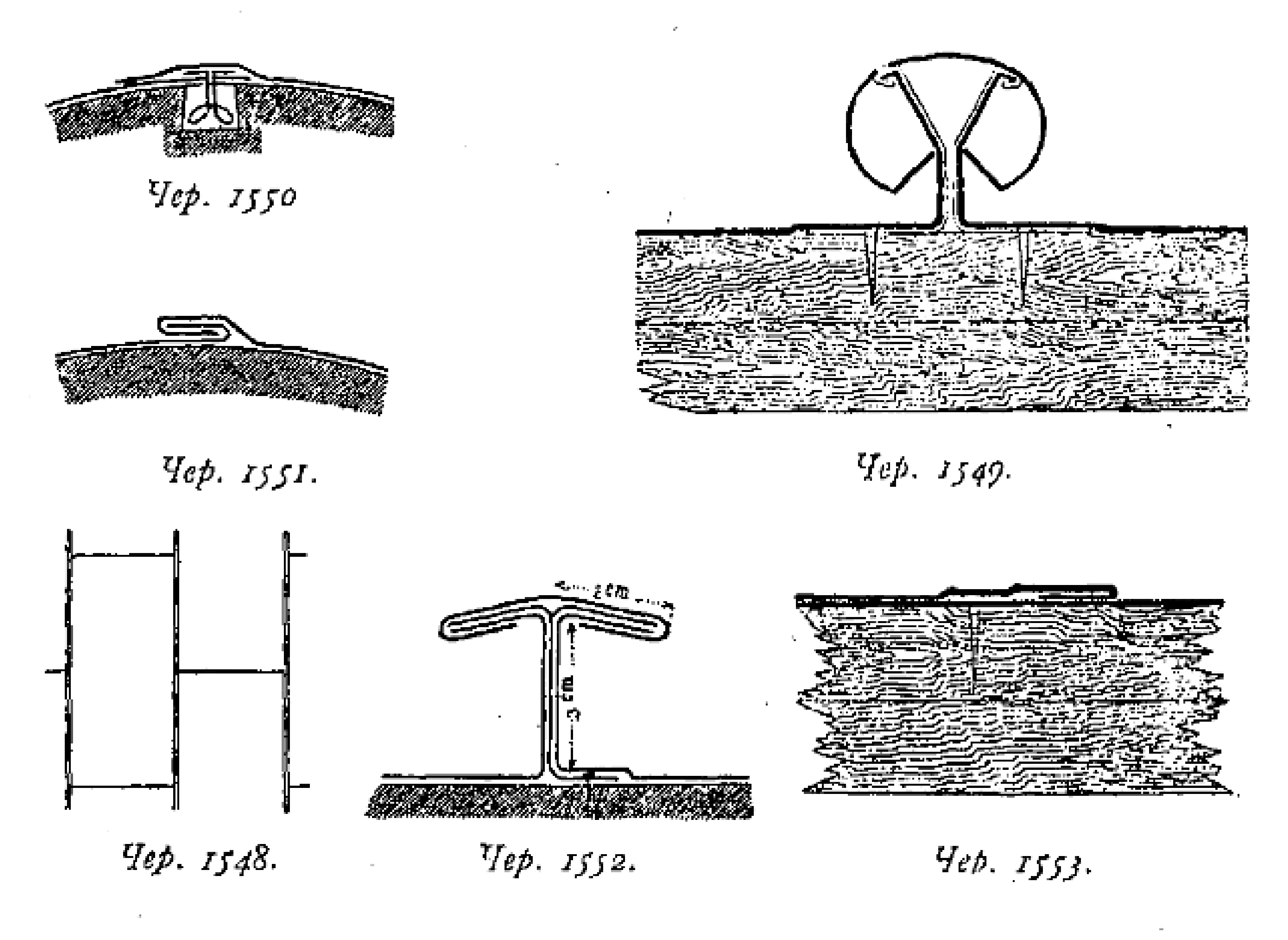
Чер. 1547.

Уклонъ долженъ быть не менѣе 0,05 на 1 метръ. Если длина ската превышаетъ 4 метра, то при покрытіи свинцомъ террасы дѣлается уступъ, чер. 1541 (текстъ). Сопряженіе листовъ при помощи скругленныхъ брусковъ показано на чер. 1542 и 1543 (текстъ), сопряженіе листовъ безъ возвышенія съ помощью фальца представлено на чер. 1544 (текстъ).

Толщина листовъ при покрытіи террасъ не должна быть менѣе $3-3^1/_2$ миллиметровъ.

Свинецъ весьма часто примѣняется для покрытій снаружи балконовъ, подоконниковъ, небольшихъ карнизовъ, саидриковъ и проч.

§ 140. Кровли мѣдныя. Мѣдные листы гораздо крѣпче свинцовыхъ и потому могутъ быть значительно меньшей толщины, но впрочемъ не менѣе 1/8 линіи. Въ томъ случаѣ, если надо употребить листы тоньше этой мѣры, ихъ покрываютъ съ нижней поверхности полудою. Опытъ показалъ, что безъ подобной предосторожности они пропускаютъ сквозь себя



Чер. 1550

Чер. 1551.

Чер. 1549.

Чер. 1548.

Чер. 1552.

Чер. 1553.

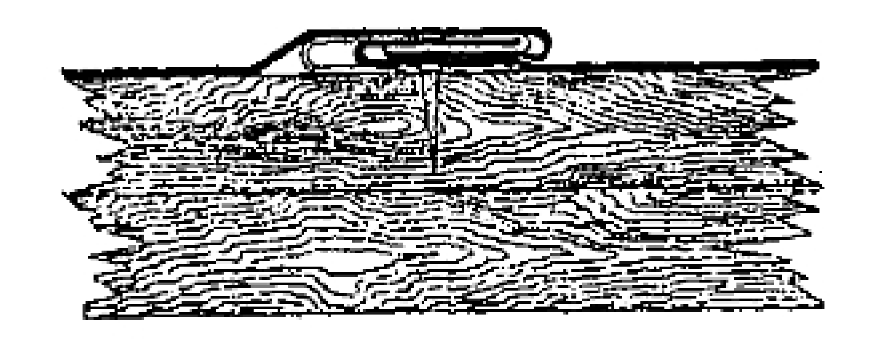
сырость. Это происходитъ отъ присутствія почти незамѣтныхъ дырочекъ, продавливаемыхъ въ листахъ окисью металла во время плющенія.

Мѣдь, по высокой цѣнности ея употребляется только для монументальныхъ зданій, и также для покрытія куполовъ и шпицовъ, которыя должны быть вызолочены или высеребрены черезъ огонь.

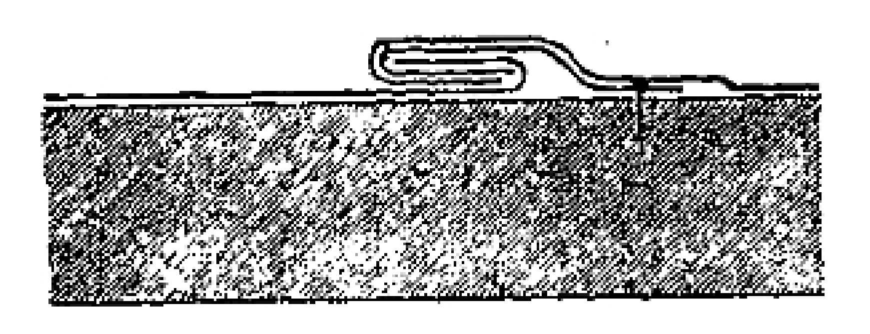
Мѣдные листы, а также изъ латуни, употребляемые для кровельныхъ работъ, вѣсятъ на 1 квадр. футъ, отъ 1/2 до 1 3/4 фунта, наиболѣе обыкновенные вѣсятъ до 1 1/4 фунта. Ширина

ихъ не превосходитъ 3 футъ, длина примѣняется отъ 3-хъ до 10 футъ.

Мѣднымъ кровлямъ даютъ уклонъ незначительный, а именно въ $^1/_{12}$. Листы взаимно соединяются фальцами, которые бываютъ высотою отъ $^1/_2$ до $^3/_4$ дюйма, смотря по толщинѣ листовъ. На стоячіе фальцы отходитъ отъ каждаго листа съ одной стороны 2 дюйма, съ другой $1^1/_2$ дюйма, на лежачіе или горизонтальные по $1^1/_2$ дюйма съ каждой изъ двухъ противуположныхъ сторонъ. На клямеры идутъ старыя: бляха или мѣдные обрѣзки; каждый клямеръ имѣетъ отъ 1-го до 2 дюймовъ въ ширину и отъ 3-хъ до $3^1/_2$ дюймовъ въ длину и прикрѣпляется къ обрѣшеткѣ 2-мя плоско-шляпными мѣдными гвоздями; 12 клямеровъ и 24 гвоздя, вмѣстѣ взятыя, вѣсятъ около 1-го фунта или около 0,02 пуда. Клямеры располагаются по одному на углахъ каждаго листа и въ



Чер. 1554.



Чер. 1555.

промежуткахъ на разстояніи отъ 2-хъ до 3-хъ футъ одинъ отъ другого.

На чер. 1545—1555 (текстъ) показаны способы сопряженія листовъ мѣдныхъ кровель.

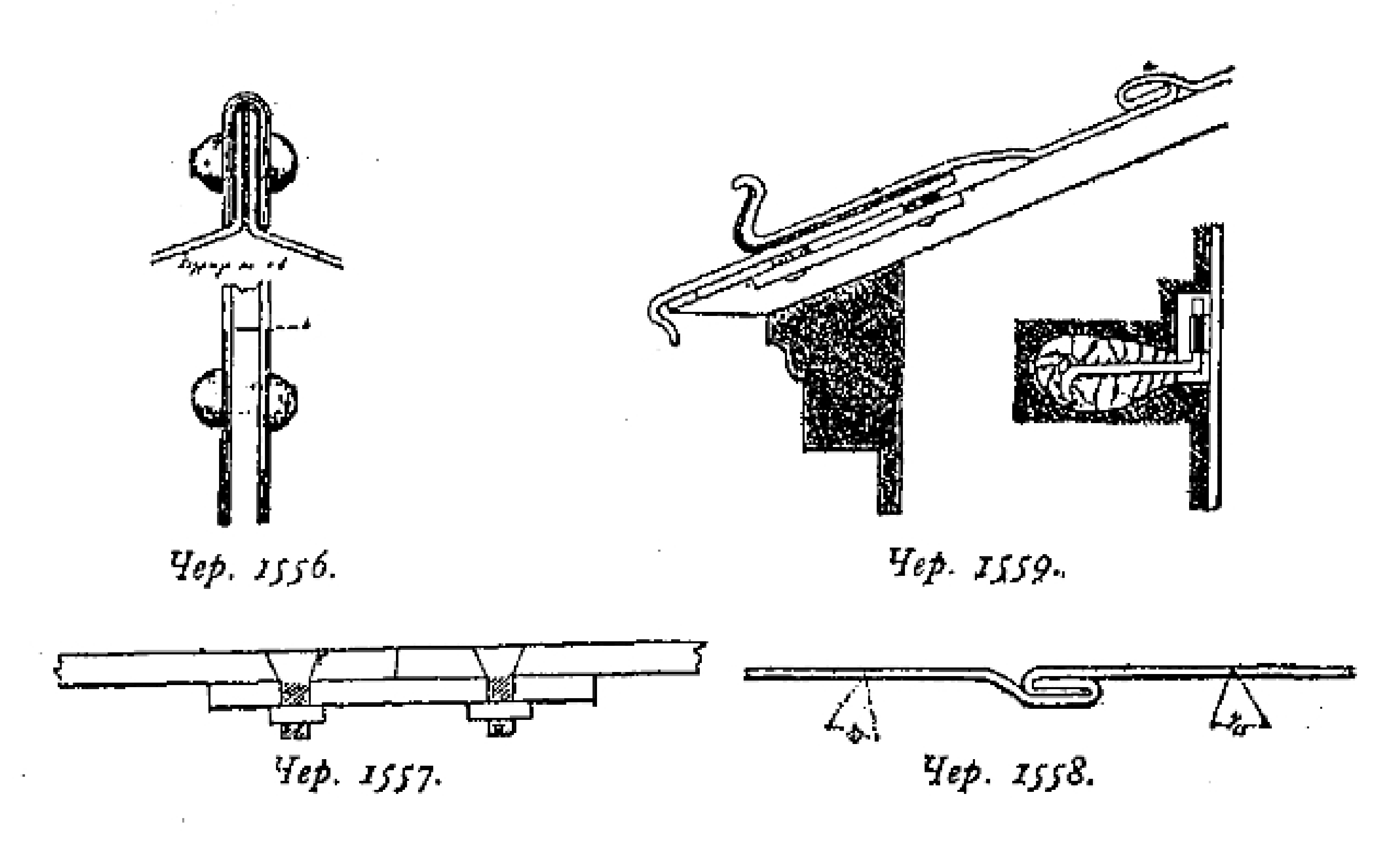
Въ дополненіе къ вышеизложенному полагается полезнымъ помѣстить ниже описаніе способа производства мѣдныхъ работъ при покрытіи верхней части колокольни Петропавловскаго собора въ С.-Петербургѣ.

Шпицъ и купола колокольни Петропавловскаго собора обшиты мѣдными позолоченными листами № 10; размѣры листовъ, считая по высотѣ строенія имѣли $12^1/_4$ фута длины на $3^3/_4$ фута ширины или $10^1/_4$ фута ширины.

Листы укладывались такъ, чтобы, загнувъ въ нихъ фальцы въ $1^1/_2$ вершка, они ложились во всю ширину каждой отдѣльной грани кровли. Два загнутые по краямъ листовъ фальца, рядомъ лежащіе по высотѣ строенія, покрывались ребромъ, чер. 1556 (текстъ) и связывались съ нимъ

болтиками съ круглыми какъ головками, такъ и гайками, въ этихъ послѣднихъ оставлялись дырочки, чтобы было за что захватить ихъ при завинчиванiи; болтикъ отъ болтика ставился на разстоянiи до 10 дюймовъ. Горизонтальныя соединенiя листовъ дѣлались, накладывая одинъ на другой, чер. 1557 (текстъ).

Въ крышѣ храма Спасителя (въ Москвѣ) горизонтальное сплачиванiе листовъ было сдѣлано, какъ показано на чер. 1558 (текстъ); первому соединенiю было отдано предпочтенiе для предупрежденiя затека воды во внутрь шпица. Въ старой обшивкѣ шпица горизонтальное соединенiе листовъ дѣлалось по чер. 1559 (текстъ). Такое соединенiе требуетъ болѣе металла, болѣе трудную работу (загибку горизонтальныхъ фальцовъ) и хуже относительно красоты строенiя, потому что въ немъ верхнiй листъ болѣе выступаетъ надъ листомъ внизу его лежащимъ, отъ чего самые



Чер. 1556. *Чер. 1559.*

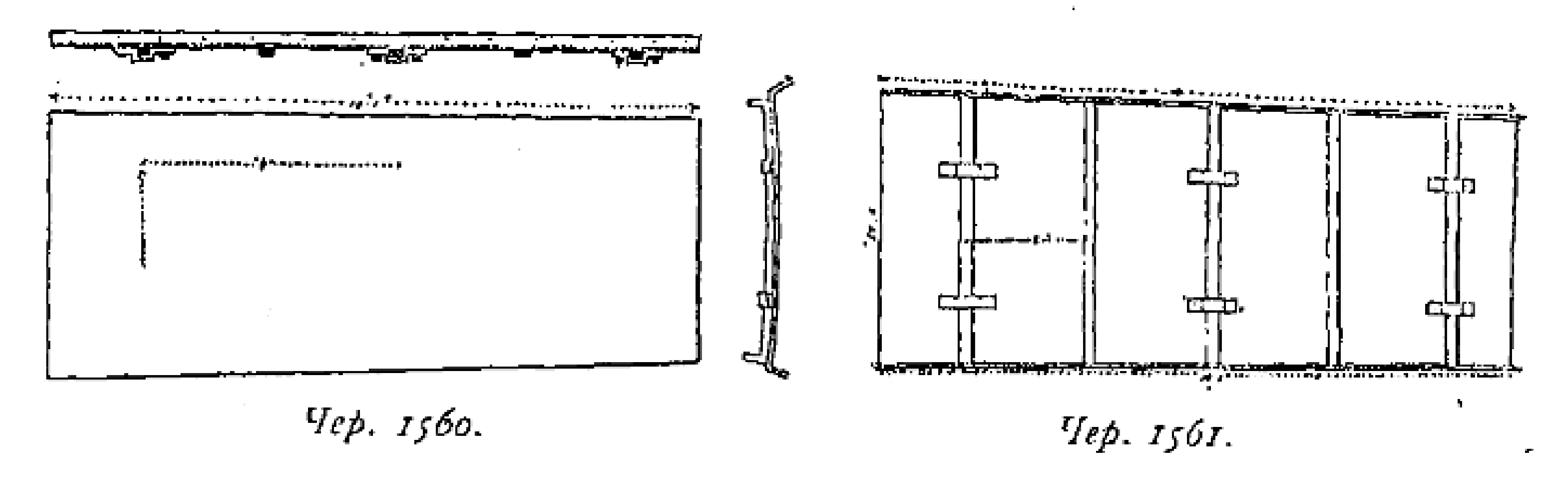
Чер. 1557. *Чер. 1558.*

швы обозначаются гораздо сильнѣе. Въ кровляхъ Петропавловскаго собора смежные листы по высотѣ строенiя соединены болтиками съ потайными шляпками, размѣщенными одинъ отъ другого на разстоянiи 5 дюймовъ.

Наращиванiе реберъ показано на чер. 1557 (текстъ). Шовъ двухъ смежныхъ реберъ нигдѣ не приходился противъ шва листовъ. Листы соединялись съ рѣшетками посредствомъ мѣдныхъ скобъ, чер. 1560 (текстъ), сдѣланныхъ также изъ мѣди № 10, и связанныхъ съ листами крыши болтиками съ потаенными шляпками. Съ Воткинскаго завода, гдѣ дѣлались стропила шпица, была прислана желѣзная лента, на которой разбиты мѣста рѣшетинъ; чтобы не сдѣлать ошибки въ разбивкѣ дыръ (это слѣдовало предупредить, такъ какъ дыры должны быть непремѣнно высверлены до позолоты, иначе поверхность позолоты была бы перепачкана потеками окиси мѣди, растворяемой дождевою водою съ мѣстъ,

гдѣ при просверливанiи дыръ она обнажится отъ позолоты) оставляли съ каждой стороны рѣшетины запасъ въ $^1/_2$ дюйма, то есть между каждою парою дыръ листа, принадлежащею той же скобѣ, оставляли разстоянiе на 1 дюймъ болѣе того, какъ было бы достаточно, если бы могли знать навѣрно положенiе рѣшетинъ. Дыры въ самыхъ скобахъ (клямерахъ) провертывались при положенiи на мѣсто самыхъ клямеръ, тогда же загибаемыхъ, какъ того требовало положенiе и размѣры рѣшетины. Подъ мѣдныя гайки болтовъ подкладывались мѣдные и кожаные кружки. Мѣдные кружки необходимы потому, что безъ нихъ гайка при завинчиванiи своими краями портила бы кружки кожаные, которые, будучи нажаты гайкою болтика, не дозволяютъ сырости проходить внутрь шпица.

Мѣдные листы кровли назначены были толщиною по № 10, то есть немного болѣе $^1/_8$ дюйма; такой толщины листы брались съ цѣлью, что бы во 1) они лучше сохраняли свою форму и не казались измятыми, и во 2) въ листахъ болѣе тонкихъ, избранную для красоты строенiя



Чер. 1560. *Чер. 1561.*

связь болтиками съ потайными шляпками, трудно сдѣлать достаточно прочную, чтобы листы сопротивлялись самымъ сильнымъ порывамъ бурь. Рѣшетины положены на разстоянiе 2 футъ ось отъ оси. Клямеры (скобы) необходимы въ такомъ количествѣ, чтобы обшивка крыши не ползла внизъ отъ дѣйствiя ея вѣса. На чер. 1560 — 1561 (текстъ) показано ихъ расположенiе.

Укладка листовъ на мѣсто производилась слѣдующимъ образомъ. Положимъ, что дѣло идетъ о шпицѣ; набирали восемь листовъ по одному на каждую гранъ шпица, свинчивали каждый листъ двумя или тремя болтиками съ соотвѣтствующимъ ему верхнимъ листомъ, потомъ стягивали фальцы вновь положенныхъ сосѣднихъ листовъ или ручными тисками или приборомъ, называемымъ рабочими струбцинкомъ и свинчивали временно болтиками; тогда просверливали въ стоячемъ фальцѣ дыры для двухъ или трехъ заклепокъ съ потайными шляпками, которыхъ назначенiе было держать крѣпко фальцъ къ фальцу, чтобы можно было надѣть ребро. Когда заклепки были сдѣланы, вынимали временно вложенные болтики, надѣвали ребра и свинчивали ихъ, какъ слѣдуетъ, позолоченными болтиками. Свинтивъ три или четыре

ряда листовъ, просматривали — составляютъ ли ребра совершенно прямыя линіи, ежели гдѣ оказывалась впадина, то подколачивали листы. закладывая желѣзныя планочки за рѣшетины въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ назначено быть клямерамъ, чер. 1560 (текстъ). Тогда кладутъ самыя клямеры, просверливаютъ въ нихъ дыры соотвѣтственно имѣющимся дырамъ на золотыхъ листахъ и завинчиваютъ болтики. Въ то же время завинчиваютъ остальные болтики въ горизонтальныхъ соединеніяхъ листовъ, такъ какъ первоначально до укладки реберъ ихъ завинчиваютъ, какъ было объяснено, только по два или по три на листъ.

Прежде приступа къ мѣдной обшивкѣ было повѣрено, составляютъ ли ребра стропилъ шпица линіи совершенно прямыя. Мѣстахъ въ десяти по высотѣ шпица были прибиты ряды остроконечныхъ визирокъ на каждомъ ребрѣ стропилъ: проглядываніе съ верха показывало, не имѣютъ ли ребра стропилъ гдѣ нибудь кривизны; на одномъ изъ нихъ оказалась впадина глубиною до 1-го дюйма, которая и была исправлена при укладываніи на мѣсто рѣшетинъ. Внутри кровля окрашена дикою краскою и всѣ швы гайки шпаклеваны бѣлилами, смѣшанными съ сурикомъ и конопляннымъ масломъ.

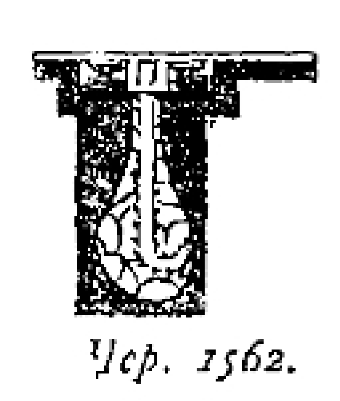
Нѣкоторые листы мѣдной кровли нижняго купола или упирались съ бока или ложились на доломитовыя окна, служащія для помѣщенія четырехъ циферблатовъ. Листы, примыкавшіе къ доломитовой кладкѣ съ бока были съ нею соединены такимъ образомъ: край листа загибали подъ прямымъ угломъ на ширину 1½ дюйма чрезъ каждые 9 дюймовъ, соотвѣтственно дырамъ, просверленнымъ еще до позолоты въ загнутомъ краѣ листа, выдалбливали гнѣзда въ доломитъ и весь загнутый край листа ложился въ пазъ, для него выдолбленный въ доломитовой кладкѣ. Дыры въ доломитѣ сдѣланы были такъ, чтобы въ глубинѣ ихъ было уширеніе, большее отверстіе дыры, тогда въ дыры набивали листовой свинецъ и, приладивъ къ мѣсту загнутый край листа, вбивали мѣдные гвозди, которыхъ длина превосходила глубину дыры, такъ что конецъ гвоздей, расклепываясь, заполнялъ глубину дыры. Самый гвоздь при меньшей величинѣ отверстія дыры сравнительно съ дномъ не можетъ выйти изъ нея вонъ.

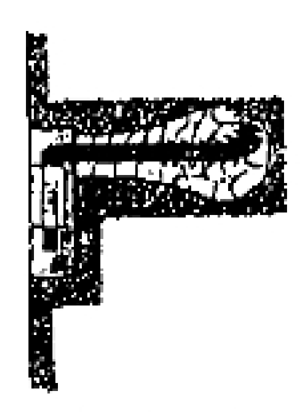
Листы, упирающіеся на каменную кладку, были съ нею соединены такъ: черезъ два фута сверлились въ кладкѣ вдоль стѣнъ дыры, дно которыхъ шире отверстія; въ дыры вставлялись куски полосоваго желѣза въ 4 вершка длиною съ верхнимъ такъ загнутымъ концомъ, что бы за него можно было захватить мѣдною клямерою, для привязыванія ею мѣдной кровли. Заостренный и заершенный конецъ желѣза разбивался въ дырѣ, предварительно набитой листовымъ свинцомъ, или еще лучше, залитой расплавленнымъ свинцомъ. Подобнымъ же образомъ были соединены съ доломитомъ листы кровли, опирающіеся на доломитовыя окна, чер. 1559, 1562 и 1563 (текстъ).

При устроеніи мѣдной обшивки по желѣзнымъ стропиламъ, не-

обходимо обратить вниманіе на разность расширенія двухъ металловъ. На 8° Реомюра мѣдь удлиняется на 0,001768 первоначальной длины, а желѣзо только на 0,001182; слѣдовательно на 60°, представляющихъ разницу между наибольшею и наименьшею температурами въ нашемъ климатѣ, разница въ удлиненіи двухъ металловъ будетъ $\frac{60}{80} \times 0{,}000536 = 0{,}000402$ первоначальной длины.

Такъ какъ мѣдная кровля шпица представляетъ въ горизонтальномъ сѣченіи на всѣхъ его высотахъ фигуры, составленныя изъ выпуклыхъ ли-


Чер. 1562.


Чер. 1563.

ній, то при перемѣнахъ температуры будетъ измѣняться только выпуклость листовъ, и то весьма нечувствительно при небольшой ширинѣ граней шпица. Наибольшая длина сторонъ = 23 футамъ, а соотвѣтствующее наибольшее относительное измѣненіе длины двухъ металловъ не болѣе $0{,}000402 \times 23$ фута = 0,11 дюйма.

Значительная высота металлической части шпица (159 футовъ) представляла большую опасность для связей по горизонтальнымъ швамъ крыши. Но на длинѣ 1908 дюймовъ, представляющей высоту собственно шпица, относительное измѣненіе длины двухъ металловъ равно $0{,}000402 \times \times 1908 = 0{,}767$ дюйма, слѣдовательно связь листовъ предстояло устроить такъ, чтобы каждый изъ 13 горизонтальныхъ швовъ шпица могъ выдержать движеніе листа по листу на $^1/_{20}$ дюйма. Но принимая во вниманіе: 1) что болтики имѣютъ толщину нѣсколько меньшую діаметра дыры, а разница между ними дозволяетъ движеніе листа по листу на величину вдвое большую и 2) что самые болтики могутъ принять небольшой изгибъ безъ вреда ихъ прочности, можно быть совершенно спокойнымъ на счетъ прочности горизонтальныхъ швовъ кровли.

Куполы и шпицы церковныхъ и другихъ монументальныхъ зданій часто украшаются позолотою или серебреніемъ. Способы, употребляемые для золоченія кровель, суть слѣдующіе:

1) *Золоченіе черезъ огонь.* Крышу покрываютъ мѣдными листами, не прикрѣпляя ихъ окончательно, а только для

пригонки, потомъ снимаютъ листы, натираютъ ихъ смѣсью золота съ ртутью и выжигаютъ на огнѣ. Ртуть испаряется и золото остается на мѣди. Это самый прочный, но вмѣстѣ съ тѣмъ и самый дорогой способъ.

2) *Золоченіе подъ кремень.* При этомъ способѣ кровлю, обшитую окончательно мѣдными листами, натираютъ ртутью, и прикрѣпляютъ къ ней сусальное золото. Потомъ ртуть испаряется посредствомъ нагрѣванія, а оставшаяся на мѣди золотая обололочка полируется кремнемъ или агатомъ.

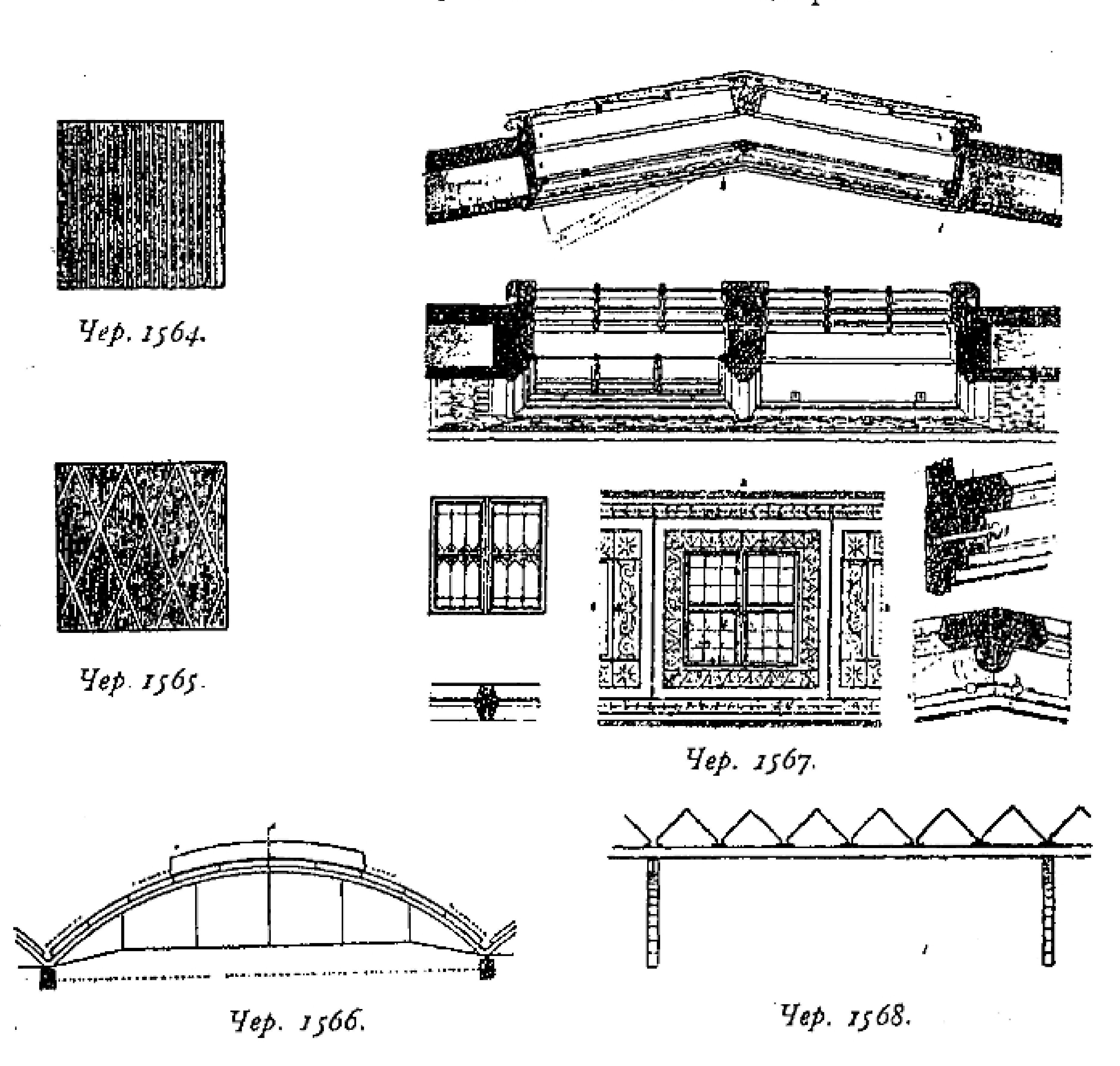
3) Золоченіе гальваническое производятъ въ мастерскихъ, также какъ и золоченіе черезъ огонь, съ тою только разницею, что золото осаждается на мѣдь мокрымъ путемъ, при пособіи гальваническихъ батарей.

4) *Золоченіе на олифѣ* употребляется въ случаѣ кровель, покрытыхъ листовымъ желѣзомъ. Кровля въ этомъ случаѣ покрывается загрунтовкою и потомъ слоемъ масляной краски, называемой гольдъ-фарбою, къ которой, пока она не засохла, прикладываютъ листки сусальнаго золота. При второмъ и четвертомъ способѣ, крыша обтягивается парусиною для того, чтобы во время работы вѣтеръ не разносилъ золота. Послѣдній способъ золоченія значительно дешевле всѣхъ предъидущихъ, но онъ даетъ позолоту не блестящую и, кромѣ того, не прочную, потому что масляная краска отъ солнечнаго жара выгораетъ, обращается въ порошокъ и осыпается, а съ нею вмѣстѣ осыпается и слой золота.

§ 141. Кровли изъ метталическихъ черепицъ. Древніе покрывали иногда зданія металлами, придавая металлу видъ черепицъ. Такъ, напримѣръ, куполъ Пантеона Агриппы былъ покрытъ бронзовою чешуею.

Въ половинѣ настоящаго столѣтія иногда употребляли для кровель черепицы, отлитыя изъ чугуна. Кровли, изъ нихъ составленныя, обходятся гораздо дороже черепичныхъ и, по свойству матеріала, не могутъ быть такъ прочны, какъ заготовленныя изъ хорошей глины. Вѣсъ ихъ не болѣе черепичныхъ, потому что чугунныя черепицы можно приготовить весьма тонкія. Ихъ укладывается около 20 штукъ на 1 квадратный метръ. Онѣ иногда примѣняются въ Германіи, при чемъ передъ укладкой въ дѣло асфальтируются. Въ по-

слѣднее время во Франціи, Англіи и Германіи стали появляться кровли изъ рѣзаннаго въ небольшіе куски оцинкованнаго желѣза или цинка, укладываемые на крышѣ, подъ прямымъ угломъ другъ къ другу и прикрѣпляемые посредствомъ придѣланныхъ къ нимъ ушковъ и штифтовъ, при чемъ штифтъ



Чер. 1564.

Чер. 1565.

Чер. 1567.

Чер. 1566.

Чер. 1568.

одной пластинки входитъ въ ушко другой и такъ составляется крѣпкое соединеніе.

При потребности въ такихъ пластинкахъ лучше заказать ихъ въ нужныхъ размѣрахъ готово рѣзанными и приготовленными на оцинковочномъ заводѣ, гдѣ эти пластинки сперва вырѣзываются изъ чернаго желѣза, а затѣмъ оцинковываются, это удобнѣе, чѣмъ рѣзать ихъ при постройкѣ изъ оцинкованнаго желѣза и прикрѣплять гвоздями.

Металлическимъ черепицамъ при помощи выдавливанія (штампованія) придаютъ иногда очень красивый видъ и кровли изъ нихъ обыкновенно устраиваются на богато украшаемыхъ зданіяхъ.

На чер. 1469—1470 (атласъ) представлены формы металлическихъ черепицъ и способы устройства изъ нихъ кровель.

§ 142. **Стеклянныя кровли.** Для кровель не слѣдуетъ брать стекла тоньше 6 и толще 12 милл. такъ какъ тонкія литыя стекла на практикѣ оказались недостаточно крѣпкими; слишкомъ же толстыя стекла, вслѣдствіе несовсѣмъ равномѣрнаго охлажденія, имѣютъ внутреннія напряженія и могутъ отъ этого лопаться при внезапныхъ перемѣнахъ температуры, напр., при лѣтнемъ дождѣ, падающемъ на сильно нагрѣтую солнцемъ крышу.

Послѣднее время во Франціи, Германіи и Англіи стали выдѣлывать спеціально для стеклянныхъ кровель рельефныя стекла verres a reliefs, чер. 1564, 1565 (текстъ).

Стекла эти толщиною отъ 4-хъ до 6 миллиметровъ, у нихъ одна сторона гладкая, а другая рельефная.

Размѣры ихъ не превышаютъ шириной 1 метра, длиною 2,10 метра. Вѣсъ около 12,5 килограмма на 1 квадратный метръ.

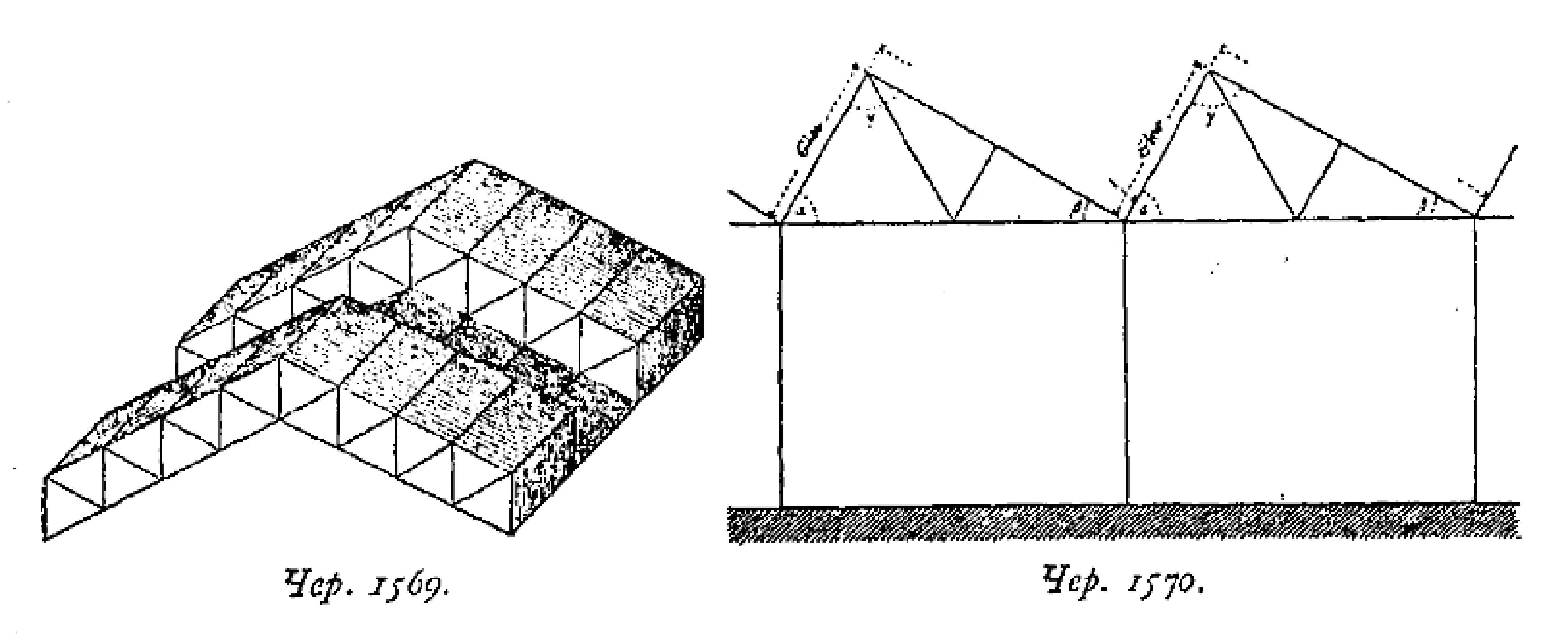
Кромѣ того примѣняются также такъ называемыя грубыя (стекла (verres brutes), толщиною отъ 11 до 13 миллиметровъ. Вѣсомъ около 25 килограммовъ въ 1 квадратномъ метрѣ.

При всякаго рода стеклянныхъ покрытіяхъ могутъ вообще встрѣтиться слѣдующіе случаи:

a) Стеклянная часть кровли находится на одной плоскости (совпадаетъ) съ общею поверхностью покрытія; при этомъ можно стеклянной части кровли придавать болѣе крутой подъемъ, чѣмъ остальной ея части.

b) Стеклянное покрытіе устроено въ видѣ фонаря, чер. 1566 и 1567 (текстъ), (lanterne, skylight), т. е. приподнято надъ общей поверхностью остальной кровли. Весьма часто оба способа соединяются: посрединѣ устраивается фонарь, и стеклянная часть остального покрытія совпадаетъ съ поверхностью послѣдняго.

c) Стеклянная кровля раздѣляется на рядъ двускатныхъ покрытій или фонарей, продольныя оси которыхъ расположены перпендикулярно къ продольной оси всего зданія, эта форма нынѣ также весьма часто примѣняется для средней части цилиндрическихъ покрытій надъ большими помѣщеніями; такъ, напр. перекрыты большіе перроны вокзаловъ Берлинской городской ж. д. во Франкфуртѣ на М. и т. д.



Чер. 1569. *Чер. 1570.*

При этомъ достигается болѣе крутой подъемъ стеклянной кровли, чер. 1568 (текстъ).

Для такихъ небольшихъ двускатныхъ крышъ плоскостной уголъ въ конькѣ лучше всего брать 90°, а уклонъ самой кровли 45°; вода отводится по желобамъ между покрытіями.

d) Крыши Буало (Boileau). Устройство этого рода покрытій понятно изъ чер. 1569 (текстъ), здѣсь самая кровля дѣлается изъ обыкновенныхъ матеріаловъ, а стеклянными дѣлаются лишь вертикальныя стѣнки, которыми связаны высокія и низкія части покрытія. При подобномъ способѣ всего легче добиться непроницаемости фальцевъ, стекла менѣе потѣютъ, рѣже ломаются, и освѣщеніе не такъ страдаетъ отъ снѣга и отъ пыли, ложащихся на стекла, какъ при предыдущихъ способахъ, за то это едва ли не самый дорогой способъ.

Подобныя крыши, придуманныя французскимъ архитекторомъ Boileau и названныя по его имени, были впервые устроены на Парижской всемірной выставкѣ въ 1878 году.

e) Зубчатыя крыши. Хотя ихъ можно отнести къ типу (a), но по ихъ распространенности мы указываемъ иа нихъ отдѣльно.

Каждая такая крыша состоитъ изъ ряда двускатныхъ крышъ, оба ската которыхъ имѣютъ неодинаковый уклонъ; болѣе крутой скатъ покрывается стекломъ и болѣе пологій— иными матеріалами.

Уклонъ перваго бываетъ отъ 60 до 70⁰ (иногда даже 90⁰), а второго отъ 20 до 40⁰. Плоскостной уголъ въ конькѣ обыкновенно прямой, ио иногда дѣлается и въ 70⁰, чер. 1570 (текстъ).

Стеклянная кровля должна удовлетворять слѣдующимъ требованіямъ:

a) Стекла должны надежно лежать краями на достаточно широкихъ опорахъ; они ие должны ни соскальзывать, ни заворачиваться при бурѣ.

b) Покрытіе должно быть непроницаемо для воды, какъ при обыкновенномъ дождѣ, такъ и при сильномъ ливиѣ; это зависитъ, главнымъ образомъ, отъ расположенія фальцевъ, отъ уклона кровли и отъ величины закроя въ горизонтальныхъ стыкахъ.

c) Стекла не должны быть связаны съ горбылями совершенно наглухо, такъ какъ коэффиціентъ расширенія отъ тепла для стекла и металловъ неодинаковъ.

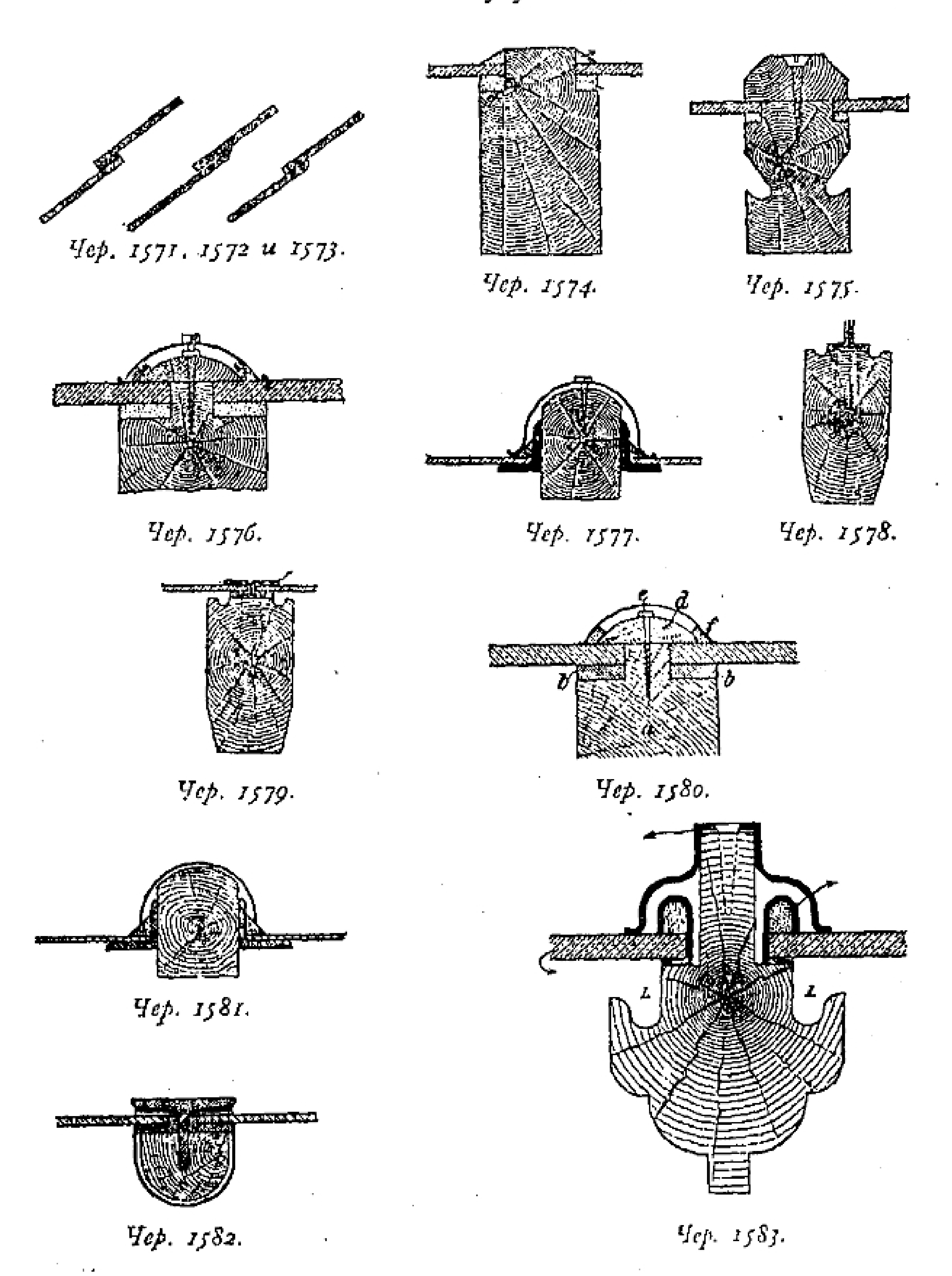
d) Для пота, т. е. водяныхъ паровъ, осаждающихся на нижней сторонѣ стеколъ, должны существовать отводящія приспособленія.

e) Иногда кровля должна не пропускать не только воды, но и воздуха, какъ напр., въ прачешныхъ, фотографическихъ павильонахъ и т. п., въ видахъ экономіи топлива.

f) Замѣна разбитыхъ стеколъ должна, по возможности, производиться, не вынимая и не трогая сосѣднихъ стеколъ.

g) Уклонъ кровли долженъ быть довольно значителенъ. Чѣмъ положе кровля, тѣмъ медленнѣе стекаетъ по ней дождевая вода и тѣмъ труднѣе сдѣлать ее достаточно непроницаемой; кромѣ того на пологихъ кровляхъ садится много снѣгу, затемняющаго перекрываемое помѣщеніе и иногда бывающаго причиной поломки стеколъ; наконецъ съ такихъ

кровель потъ прямо каплетъ внизъ вмѣсто того, чтобы стекать по желобамъ. Поэтому уклонъ долженъ быть никакъ



Чер. 1571, 1572 и 1573.

Чер. 1574.

Чер. 1575.

Чер. 1576.

Чер. 1577.

Чер. 1578.

Чер. 1579.

Чер. 1580.

Чер. 1581.

Чер. 1582.

Чер. 1583.

не менѣе 1 : 3,5 (около 16°), а лучше всего придавать уклонъ 1 : 2 или даже 1 : 1. Для того же, чтобы снѣгъ скатывался

самъ собою, уклонъ долженъ быть не менѣе 1 : 4 (считая отношеніе высоты подъема въ конькѣ къ половинѣ пролета).

Разумѣется, что выборъ уклона зависитъ отъ обстоятельствъ; круче 1 : 1 дѣлаются лишь кровли зубчатыхъ крышъ.

Закрой стеколъ въ горизонтальныхъ стыкахъ обусловливается размѣрами стеколъ; при маломъ форматѣ послѣднихъ достаточно напускать одно на другое на 3 сант. Впрочемъ Fawkes совѣтуетъ, при постройкѣ оранжерей, напускать стекла не болѣе, какъ иа 6 милл., такъ какъ иначе они могутъ лопнуть на морозѣ отъ воды, остающейся между ними вслѣдствіе волосности.

При крупныхъ стеклахъ и при уклонѣ отъ 1 : 3,5 до 1 : 1 можно дѣлать закрой отъ 15 до 10 сант. Кромѣ того величина закроя зависитъ и отъ способа соединенія стеколъ между собою, о чемъ будетъ подробно изложено ниже.

Вообще слѣдуетъ различать продольиые и поперечные швы (фальцы, стыки); первые идутъ параллельно стропильнымъ ногамъ, вторые — горизонтально, параллельно обрѣшеткѣ. Обыкновенно надъ брусьями обрѣшетки укладываются горбыли, которые уже и поддерживаютъ стекла. Такимъ образомъ, разстояніе между горбылями почти равно ширинѣ стеколъ и, для непроницаемости продольныхъ швовъ (фальцевъ), надо лишь задѣлать промежутокъ между стекломъ и стѣнкой горбыля. На оборотъ, въ поперечныхъ швахъ (стыкахъ), стекла не имѣютъ горбылей, а напускаются одно на другое; чаще всего этимъ и довольствуются безъ особыхъ приспособленій для водонепроницаемости.

Иногда съ выгодой придаютъ стекламъ ступенчатое расположеніе, причемъ въ горизонтальномъ швѣ между двумя стеклами оставляется небольшой промежутокъ по вертикальному направленію, заполняемый какимъ либо матеріаломъ, чер. 1571 по 1573 (текстъ).

Отъ горбылей требуется слѣдующее:

1) достаточная равномѣрность опоры стекла,

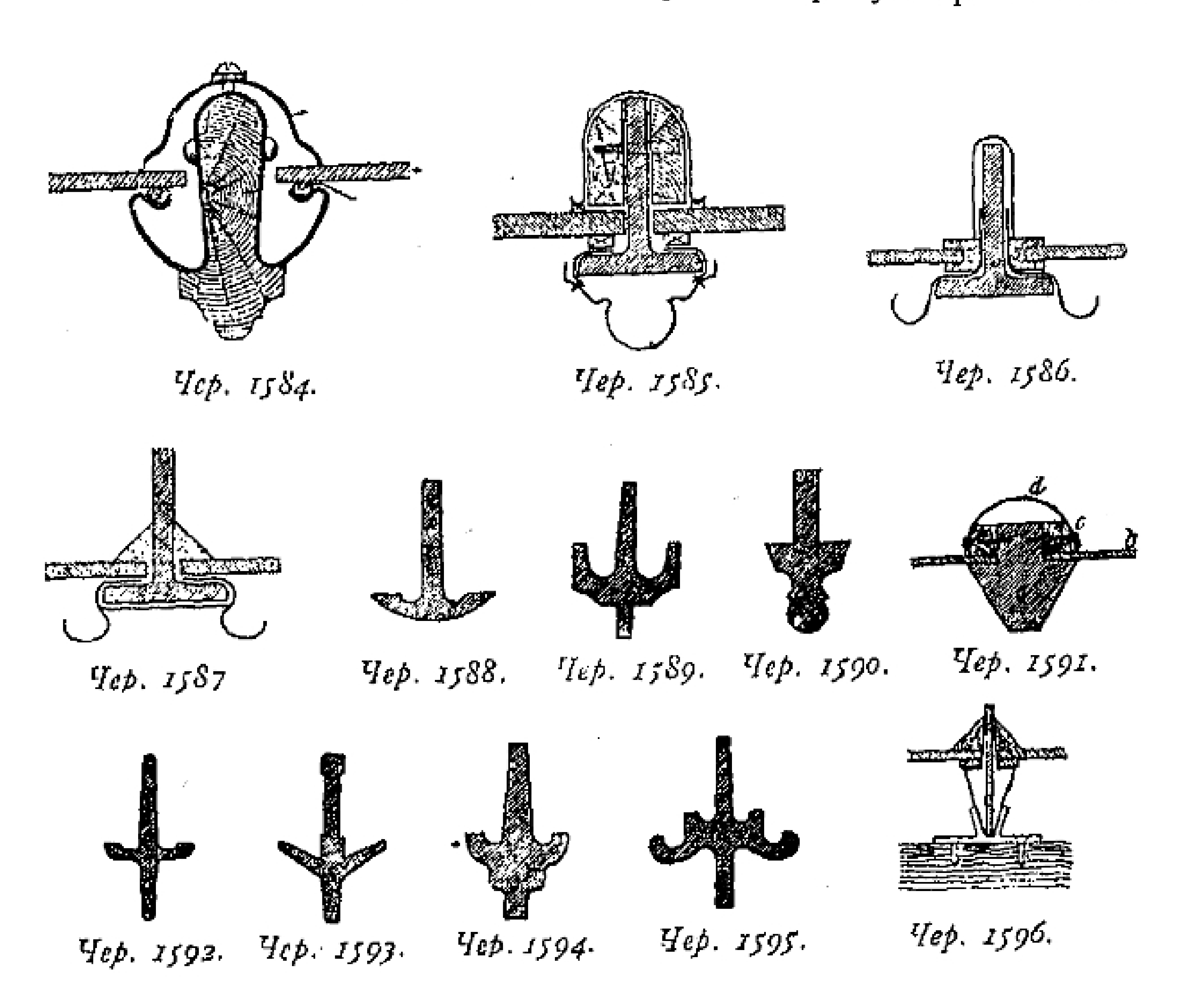
2) вѣсъ ихъ, вмѣстѣ съ случайной нагрузкой, давленіемъ вѣтра, снѣга, и т. д., долженъ прямо передаваться обрѣшеткѣ,

3) соедииеніе ихъ со стеклами должно быть водонепрони-

цаемо, но вмѣстѣ съ тѣмъ должно позволять горбылямъ расширяться при перемѣнахъ температуры независимо отъ стеколъ.

Деревянные горбыли и конструкція сопряженія съ ними показаны на чер. 1574—1583 (текстъ).

Тавровые горбыли дѣлаются изъ тавровъ. Стекла укладываются на ихъ полочки, большей частью съ прокладкой замазки, войлока, гуттаперчи и др. Номеръ употребляемаго



Чер. 1584. Чер. 1585. Чер. 1586.

Чер. 1587 Чер. 1588. Чер. 1589. Чер. 1590. Чер. 1591.

Чер. 1592. Чер. 1593. Чер. 1594. Чер. 1595. Чер. 1596.

профиля зависитъ отъ наименьшихъ размѣровъ, требуемыхъ для стѣнки и полочекъ.

У тавровъ центръ тяжести сѣченія лежитъ не на срединѣ его высоты, такъ что въ смыслѣ болѣе выгоднаго распредѣленія матеріала крестовое сѣченіе въ данномъ случаѣ предпочтительнѣе. При этомъ для горбылей употребляется обыкновенно не желѣзо, имѣющее въ сѣченіи форму правильнаго креста, но другіе типы ниже означенные.

При неизбѣжныхъ взаимныхъ передвиженіяхъ части кровли, почти невозможно добиться совершенной плотности фальцевъ, поэтому стремились къ тому, чтобы отвести воду, могущую проникать сквозь фальцы и для этого снабдили полки горбылей продольными желобами. Чер. 1588—1594 (текстъ) представляютъ нѣсколько подобныхъ профилей, извѣстныхъ подъ общимъ названіемъ оконнаго желѣза. Однако, желобки эти не оправдываютъ ожиданій; они вскорѣ заносятся пылью и засоряются замазкой. Это зависитъ отчасти отъ недостаточной глубины желобковъ (на изображеиныхъ здѣсь профиляхъ ширина ихъ не свыше 5, а глубина — не свыше 3 милл.), отчасти отъ ихъ невыгоднаго положенія.

Представленные на чер. 1595 (текстъ) профиля болѣе гарантируютъ правильный стокъ воды. Здѣсь, кромѣ обычныхъ желобковъ на верхней сторонѣ полки, служащихъ въ данномъ случаѣ лишь для лучшаго укрѣпленія замазки, имѣются еще отдѣльные желобки въ 5 милл. глубиной и 10 м.м. шириной, которые отводятъ не только воду, проникшую черезъ неплотные фальцы, но и потъ, скопляющійся на нижней сторонѣ стеколъ.

Въ Германіи оконное желѣзо прокатывается лишь въ очень малыхъ калибрахъ, такъ что употребляется чаще для свѣтовыхъ фонарей и для вертикальныхъ стеклянныхъ стѣнокъ, чѣмъ собственно для кровель. Наоборотъ, во Франціи оно въ большомъ употребленіи для сказанной цѣли.

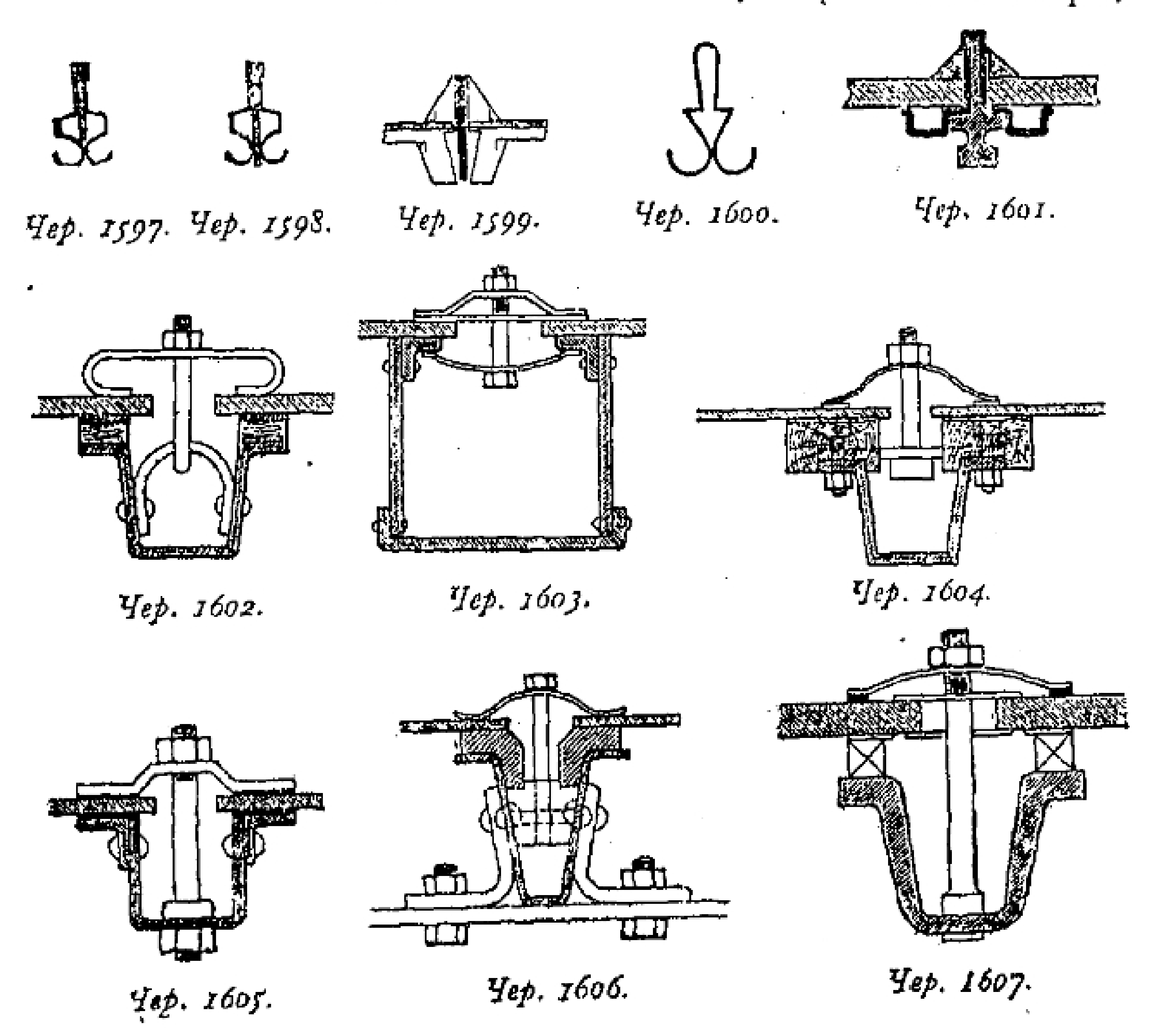
Въ Германіи зачастую употребляютъ для горбылей полосовое желѣзо, поставленное на ребро и снабженное кожухомъ изъ листового цинка № 12, который поддерживаетъ стекла и вмѣстѣ съ тѣмъ образуетъ сточные желобки, чер. 1596—1598 (текстъ). Кожухъ спаивается изъ двухъ половинъ. При такомъ устройствѣ не только желобки можно сдѣлать достаточно большими, но можно укрѣпить стекла, не употребляя замазки и тѣмъ дать имъ полную независимость отъ растяженія металлическихъ частей переплета, чер. 1599 (текстъ).

При очень маломъ разстояніи между рѣшетинами можно совсѣмъ не употреблять желѣзныхъ полосъ, а довольствоваться однимъ цинковымъ кожухомъ, чер. 1600 (текстъ). Од-

нако цинкъ въ 2½ раза сильнѣе расширяется отъ тепла и обладаетъ малою жесткостью, такъ что такой способъ повторяемъ, годенъ лишь для весьма малыхъ пролетовъ.

Здѣсь-же упомянемъ, что нѣкоторые заводы прокатываютъ тавровое желѣзо съ желобками для болѣе прочнаго укрѣпленія замазки, чер. 1588—1595 (текстъ).

Въ послѣднее время стали иногда употреблять и тавры,



Чер. 1597. Чер. 1598. Чер. 1599. Чер. 1600. Чер. 1601.

Чер. 1602. Чер. 1603. Чер. 1604.

Чер. 1605. Чер. 1606. Чер. 1607.

какъ полосы съ цинковыми кожухами, чер. 1585—1587 (текстъ), что весьма практично.

Затруднительность устройства плотнаго продольнаго шва между стеклами и непрочность замазки на открытомъ воздухѣ вызвали употребленіе горбылей въ видѣ желобовъ, открытыхъ сверху, чер. 1602—1063 (текстъ). Главное преимущество такого типа состоитъ въ томъ, что при немъ не надо замазывать продольныхъ швовъ между стеклами и что

швовъ между стекломъ и желѣзомъ, нуждающійся въ замазкѣ, хорошо защищенъ. Желѣзныя коробки, образующія горбыли, должны имѣть закраины въ 15—25 милл., чтобы дать стеклу достаточную опору, онѣ должны быть настолько широки, чтобы ихъ можно было время отъ времени чистить, для чего достаточна внутренняя ширина коробки въ 40—50 милл. Высота сѣченія зависитъ отъ нагрузки. Иногда пробовали примѣнять коробки безъ закраинъ, чер. 1603 (текстъ), съ прикрѣпленными къ нимъ на разст. 45—50 сант. отрѣзками уголковъ, для поддержки стекла. Однако это оказалось не удобно, вслѣдствіе малой опорной поверхности для стекла и неудобной замазки паза между стекломъ и металломъ.

Сопряженіе стеколъ съ горбылями должно удовлетворять слѣдующимъ условіямъ;

1) Оно не должно быть сдѣлано наглухо—чтобы стекла были свободны отъ напряженій, вызываемыхъ расширеніемъ металлическихъ частей при перемѣнахъ температуры.

2) Желательна упругая прокладка между стекломъ и металломъ, чтобы небольшія неровности на стеклѣ не были причиной неравномѣрности давленія.

3) Дождь, снѣгъ и пр. не должны проникать подъ кровлю; вода осаждающаяся на нижней поверхности стеколъ, также должна имѣть стокъ.

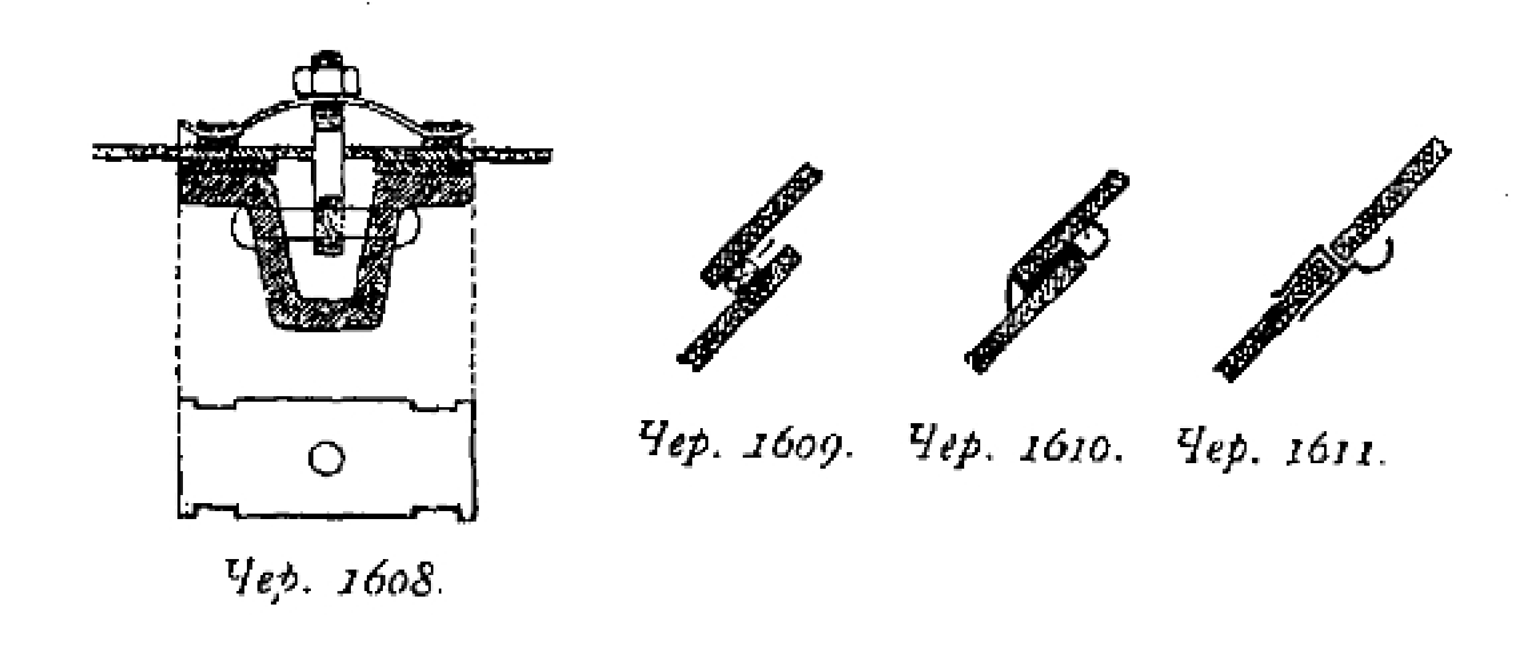
4) Стекла не должны скользить по кровлѣ или опрокидываться вѣтромъ.

Чаще всего прокладкою служитъ слой замазки, составленной изъ олифы и мѣла, толщиною отъ 2 до 5 милл.; будучи защищена отъ непосредственнаго вліянія непогоды, замазка выстаиваетъ долго, не теряя должной податливости. При попеременномъ дѣйствіи дождя и солнца замазка скоро пересыхаетъ, трескается и отстаетъ; въ предупрежденіе этого ее слѣдуетъ покрывать масляной краской. Иногда замазку предохраняютъ свинцовымъ или желѣзнымъ цинковымъ листкомъ въ 1 милл. толщиной, перевѣшивающимся черезъ край стекла; тогда вода не имѣетъ доступа къ замазкѣ.

Рекомендуютъ также слѣдующую замазку: 2 ч. смолы согрѣваютъ съ 1 ч. творога и смѣшиваютъ съ бѣлилами или сурикомъ; затѣмъ горячая смѣсь намазывается съ обѣихъ

сторонъ на холщевыя полосы и тотчасъ же накладывается на стекло и горбыль. Часто прокладки дѣлаются изъ деревяныхъ брусковъ, чер. 1604, 1607, 1609 (текстъ); это несовсѣмъ удобно, такъ какъ передача давленія врядъ-ли будетъ достаточно равномѣрна, кромѣ того дерево можетъ трескаться и коробиться. Не смотря на это, подобная конструкція выстаиваетъ довольно долго и стекла мало ломаются, особенно если дерево промазано сверху замазкой.

Войлокъ вначалѣ весьма мягокъ, но впослѣдствіи дѣлается отъ сырости хрупкимъ. На вагонныхъ ремонтныхъ мастерскихъ въ Ганноверѣ войлокъ быстро испортился. Въ послѣд-



Чер. 1608. Чер. 1609. Чер. 1610. Чер. 1611.

нее время, чтобы предохранить войлокъ, стали обертывать его свинцовой фольгой въ 1/4 милл. толщиной.

Проф. Геллеръ (Gaeller) въ Штутгартѣ, чтобы придать замазкѣ должную подвижность, прокладывалъ подъ стекломъ въ фальцъ бумагу или оловянную фольгу, сложенную пополамъ и обращенную сгибомъ къ краю стекла; такъ какъ замазка намазывается снаружи, то она не попадаетъ въ сгибъ и оба слоя ея, раздѣленные бумагой, могутъ до нѣкоторой степени двигаться самостоятельно.

Въ новѣйшее время стремятся совершенно избѣгать прокладокъ изъ замазки или дерева, дѣлая ихъ или свинцовыми или совершенно обходясь безъ нихъ, причемъ стекло прямо лежитъ на горбылѣ или на цинковомъ кожухѣ его, чер. 1591, 1601 (текстъ).

Это хорошо тѣмъ, что стекла лежатъ вполнѣ свободно и не лопаются при рѣзкихъ перемѣнахъ температуры. При

такомъ устройствѣ стекла также меньше потѣютъ, такъ какъ температура снаружи и внутри кровли легче уравнивается.

Однако при этомъ способѣ надо озаботиться о возможно болѣе совершенномъ отведенiи дождевой воды.

Сюда же можно отнести англiйскую патентованную конструкцiю, представленную на чер, 1605 и 1606 (текстъ), гдѣ стекла лежатъ на проолифленныхъ пеньковыхъ прядяхъ.

Всего чаще замазываютъ фальцы замазкою до верхняго края стѣнки горбыля, предварительно укрѣпивъ стекло тонкими проволочными шпильками, продѣтыми сквозь отверстiя въ стѣнкѣ горбыля. Шпильки бываютъ толщиною въ 5—6 милл., длиною около 50 милл.; при стеклахъ менѣе 1 метра длиною достаточно по двѣ шпильки на стекло, въ разстоянiи около 15 сант. отъ каждаго края. Онѣ не должны находиться непосредственно надъ самимъ стекломъ, иначе оно легко можетъ лопнуть, шпильку отъ стекла долженъ отдѣлять слой замазки въ 2—3 милл.

Здѣсь замазка, будучи ничѣмъ не защищена, скоро портится и притомъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ болѣе полога кровля и чѣмъ медленнѣе съ нея стекаетъ вода.

Кромѣ того, здѣсь стекло связано съ горбылемъ наглухо; поэтому нельзя особенно рекомендовать этотъ способъ.

Тѣмъ не менѣе онъ употребляется очень часто, благодаря своей простотѣ, особенно для малыхъ покрытiй, зонтовъ и т. п., гдѣ и стекла берутся малаго размѣра. Замазку слѣдуетъ непремѣнно прокрашивать масляной краской.

По обѣимъ сторонамъ стѣнки горбыля иногда прокладываютъ деревянные бруски, которые кромѣ того прикрыты кожухомъ изъ листового цинка, а пазы между кожухомъ и стеклами проложены смоленой паклей.

Употребляютъ надъ горбылями продольные кожухи изъ листового цинка, мѣди или цинкованнаго желѣза, соединенные съ горбылями посредствомъ горизонтальныхъ или вертикальныхъ винтовъ, чер. 1602, 1603—1608 (текстъ).

Укрѣпленiе противъ скольженiя достигается слѣдующими приспособленiями:

Сквозь стѣнку горбыля продѣваютъ передъ нижиимъ

краемъ стекла шпильки такихъ же размѣровъ, какъ было указано выше.

2) Весьма цѣлесообразны маленькіе угольники, приклепываемые къ горбылямъ съ каждой сторонѣ передняго (нижняго) края стекла, ширина ихъ полокъ въ 4—4½ сант. и длина въ 3—3½ саит. вполнѣ достаточны.

3) У края кровли срѣзаютъ стѣнку тавроваго горбыля и загибаютъ наружный конецъ полки кверху на 90°.

4) При очень малыхъ кровляхъ или свѣтовыхъ фонаряхъ можно пользовался клямерами изъ листового цинка или мѣди, прикрѣпляемыми къ верхней рамѣ фонаря посредствомъ заклепокъ или винтовъ съ утопленными головками. Ширина клямеръ дѣлается въ 3—4 сантиметра, чер. 1610—1614 (текстъ).

Противъ опрокидыванія всегда служатъ пружины изъ листового цинка или цинкованнаго желѣза, прижимающія стекла къ горбылямъ, чер. 1603—1608 (текстъ). Каждое стекло должно быть захвачено пружинами по крайней мѣрѣ въ четырехъ точкахъ; поэтому пружины можно ставить или на перекроѣ стеколъ и въ этомъ случаѣ каждая пружина будетъ держать четыре стекла, или же между перекроями, причемъ каждая пружина держитъ лишь два стекла. Послѣдній способъ, хотя и нѣсколько дороже, но удобнѣе иа случай замѣны разбитыхъ стеколъ.

Весьма длинныя стекла (1,2—1,8 м. длиною), въ особенности при крутыхъ кровляхъ, требуютъ по 3 или даже по 4 пружины на стекло.

Пружины дѣлаются толщиною 2—3, рѣже до 5 милл., длиной 9—10 сант., и шириной около 4 сант., длина ихъ должна быть такова, чтобы онѣ надавливали на стекло непремѣнно надъ полкою горбыля, а не на вѣсу, иначе стекло можетъ легко лопнуть при завинчиваніи гайки.

Сквозь пружину проходитъ болтъ 1 сант. толщиной, наглухо связанный съ горбылемъ и снабженный на свободномъ концѣ гайкой или чекой для натягиванія пружины. Соединяется болтъ съ горбылемъ иногда такъ, какъ показано на чер. 1605 и 1607 (текстъ), т. е. проходитъ сквозь дно желоба и тщательно завинчивается, или наклепывается горячей клепкой: однако лучше ие доводить его до дна желоба, такъ какъ

при этомъ и желобъ будетъ не такъ засоряться, и самый болтъ не такъ ржавѣетъ.

Для лучшаго предохраненія стекла, на него подъ пружину кладутъ тонкій слой замазки, обматываютъ въ этомъ мѣстѣ пружину свинцовой проволокой или же подкладываютъ войлокъ, завернутый въ свинцовую фольгу. Безъ послѣдней предосторожности войлокъ въ этомъ мѣстѣ очень быстро истлѣваетъ.

Стекла поддерживаются крючками, вырѣзанными изъ металлическихъ листовъ, висящими или на натяжныхъ болтахъ пружинъ, или на верхнемъ краю слѣдующаго стекла; болтъ держитъ крючекъ или въ одномъ мѣстѣ, или въ двухъ; въ первомъ случаѣ крючекъ долженъ быть толще и тогда его дѣлаютъ изъ цинкованной листовой мѣди въ 1 милл. толщиной.

Во второмъ случаѣ достаточенъ листовой цинкъ № 13 (около 0,74 милл. толщиной).

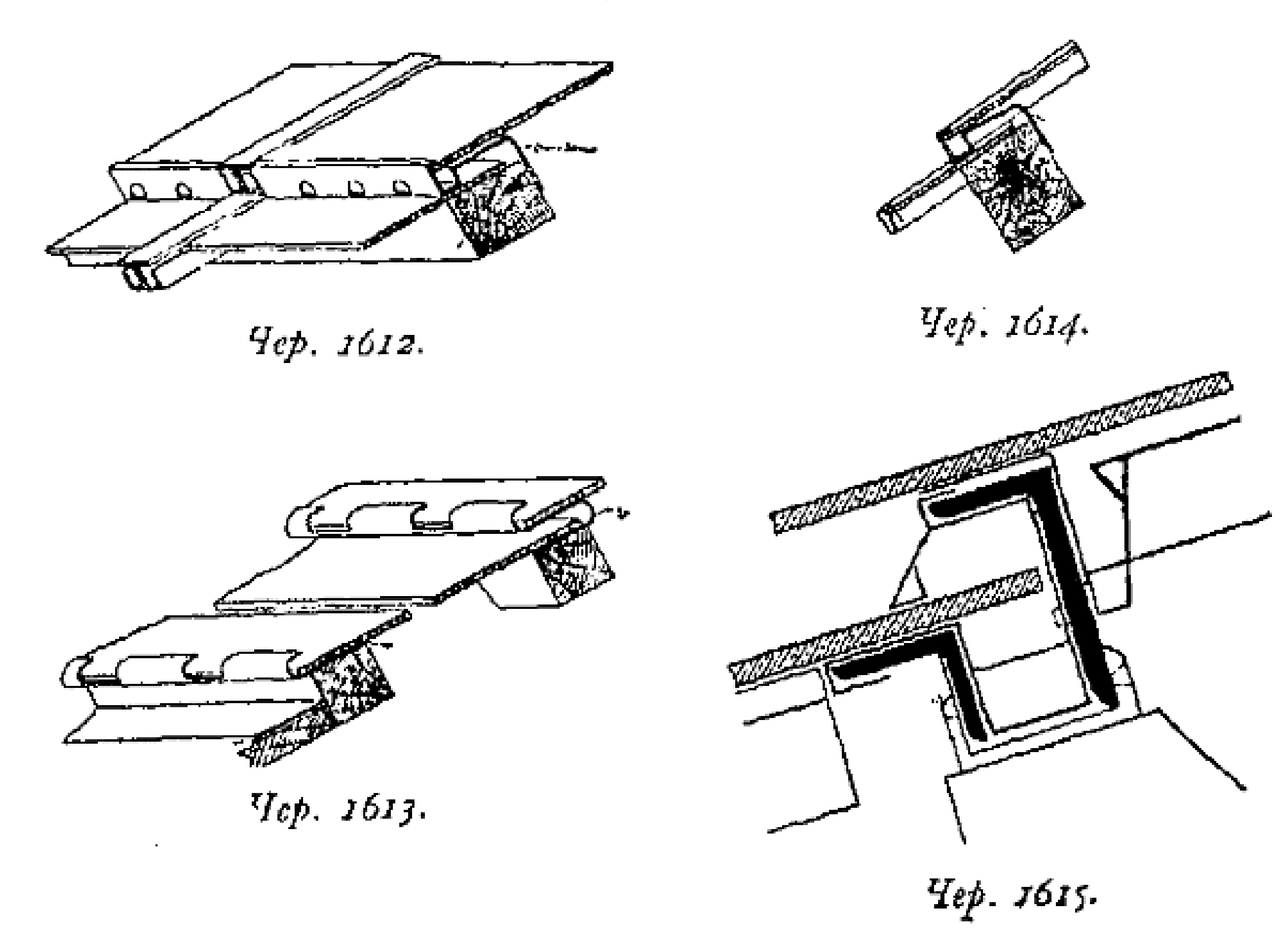
Если крючекъ виситъ на слѣдующемъ стеклѣ, то его изгибаютъ въ видѣ буквы *S*. При послѣднемъ устройствѣ стекла лопаются чаще, чѣмъ при первыхъ двухъ. Ширина крючьевъ дѣлается не болѣе ширины полки горбыля, иначе вода будетъ протекать внутрь.

Въ поперечныхъ швахъ стекла напускаются одно на другое или вплотную, или съ широкими промежутками.

При этомъ между стеклами кладется лишь слой прокладки въ 2—4 милл. толщиной; безъ прокладки промежутки между стеклами очень скоро пылятся, засоряются и крыша принимаетъ грязный видъ: кромѣ того стекла зимой могутъ смерзаться. Прокладки должны какъ можно менѣе стѣснять свободное расширеніе стеколъ.

Чаще всего прокладкою служитъ замазка, накладываемая или во всю ширину напуска (перекроя) или въ видѣ двухъ полосъ, около 2 сант. шириной каждая. Если стеклянная кровля снизу открыта, то полосы замазки представляютъ некрасивый видъ, такъ какъ, вслѣдствіе несовершенно одинаковой толщины стеколъ, полосы эти теряютъ при накладкѣ стеколъ свою правильную форму. Чтобы замаскировать эти неровности, иногда прокрашиваютъ бѣлилами стекло тамъ, гдѣ оно ляжетъ на замазку, отчего и самая замазка лучше держится.

Употребленіе въ швахъ замазки нельзя особенно рекомендовать, такъ какъ при этомъ стекла становятся вовсе неподвижными; самая же замазка мало прочна. Для устраненія перваго недостатка можно пользоваться фольговыми прокладками въ замазкѣ, описанными выше, или же употреблять, какъ это часто дѣлается въ послѣднее время, войлочныя полоски, обернутыя въ свинцовую фольгу для предохраненія отъ сырости; чтобы эти прокладки не вываливались, ихъ



Чер. 1612. Чер. 1614.

Чер. 1613. Чер. 1615.

снабжаютъ крючками изъ листового цинка или мѣди, чер. 1583 (текстъ).

Желаніе доставить стекламъ полную независимость отъ расширенія металлическихъ частей кровли иногда заставляетъ совершенно обходиться безъ замазки. Вода, какъ попадающая снаружи, такъ и осаждающаяся на нижней сторонѣ стеколъ, отводится отдѣльными желобками, идущими вдоль горбылей, чер. 1610, 1611 и 1614 (текстъ), или же самые горбыли снабжены желобками. Перпендикулярно къ этой системѣ желобковъ расположены другіе, собирающіе воду вдоль поперечныхъ швовъ.

Здѣсь можно указать на покрытіе стараго Берлинскаго музея, сдѣланное архитекторомъ Тиде (Tiede), гдѣ стекла

также уложены безъ замазки. Главную опору стеколъ представляютъ обрѣшетины, состоящія каждая изъ двухъ угольниковъ, чер. 1615 (текстъ), верхній угольникъ поддерживаетъ нижній край верхняго стекла, а нижній угольникъ поддерживаетъ верхній край нижняго стекла; между обоими угольниками помѣщается водоотводный желобъ. Потъ и вода, протекающіе въ швахъ, собираются въ желобъ, подвѣшеный надъ рѣшетинами, оттуда протекаютъ въ поперечный желобъ на тыльной сторонѣ большого угольника рѣшетины и отсюда, въ наиболѣе пониженныхъ точкахъ, спускается въ желобъ.

Такимъ образомъ вся кровля во время дождя образуетъ рядъ каскадовъ, длина каждаго изъ которыхъ равна длинѣ стекла. Горбыли здѣсь проходятъ только отъ одной обрѣшетины до другой и такимъ образомъ имѣютъ, въ качествѣ поддерживающей части, лишь второстепенное значеніе; они состоятъ изъ полосового желѣза въ 6×80 милл. сѣченіемъ. Угольники, образующіе обрѣшетку, связаны между собой клямерами. Этотъ способъ, кромѣ высокой степени непроницаемости для воды и свободной укладки стеколъ, хорошъ еще тѣмъ, что весьма удобно мѣнять лопнувшія стекла, такъ какъ они совершенно независимы одно отъ другого.

Если нижній край тавроваго горбыля лежитъ въ плоскости верха обрѣшетки, то ихъ можно склепывать вмѣстѣ, причемъ въ каждомъ пересѣченіи достаточно двухъ заклепокъ съ утопленными головками. Этотъ случай, наиболѣе общій, встрѣчается при обрѣшеткѣ изъ двутавровъ, коробокъ или зетовъ, со стѣнкой, нормальной въ плоскости кровли.

Если же упомянутыя поверхности не находятся въ одной и той-же плоскости, то надо употреблять прокладки: при маломъ разстояніи между горбылемъ и обрѣшеткой — въ видѣ клиньевъ или плоскихъ прокладокъ, а при значительности промежутка — чугунныя подставки. Въ особенности необходимы прокладки при вертикальной обрѣшеткѣ.

Если верхняя часть профиля обрѣшетины неудобна, какъ опора для горбыля, или если на ней укрѣплена какая либо выступающая металлическая часть; то и въ этомъ случаѣ горбыль кладется на подставку, чаще всего на приклепанный кусокъ желѣзнаго угольника.

При небольшихъ размѣрахъ горбыли изъ оконнаго желѣза прямо врубаются въ стѣнку обрѣшетины, если это возможно; этотъ случай представится при устройствѣ обрѣшетки изъ полосового желѣза на ребро, изъ угольниковъ, или тавровъ, обращенныхъ стѣнкой вверхъ. Тогда въ горбылѣ и въ рѣшетинѣ, на соотвѣтственныхъ мѣстахъ, вырѣзаютъ должныя углубленія, въ каждомъ на половину высоты соединенія; иногда еще въ горбыль вставляютъ шпильку, за которую зацѣпляетъ крючекъ, приклепанный къ обрѣшеткѣ. Способъ этотъ примѣнимъ лишь при длинѣ горбылей не свыше 2 метр., и разстоянія между ними не свыше 0,5 м.; вообще же описанное соединеніе несвойственно желѣзу и потому не особенно рекомендуется.

Тоже можно сказать и о практикуемомъ способѣ укрѣпленія верхняго конца горбыля, который просто расплющивается и приклепывается. Нижній конецъ горбыля чаще всего зажимаютъ и расклепываютъ между двумя угольниками, длиною равными ширинѣ верхней полки обрѣшетины; верхніе края угольниковъ обрѣзаются наискось; сообразно уклону кровли. Эти угольники могутъ быть небольшихъ размѣровъ, длиною 25—40, шириною 4—6 милл. Заклепки, соединяющіе ихъ съ горбылями, дѣлаются діаметромъ въ 5—6 милл., а болты, связывающіе ихъ съ рѣшетками въ 10 милл. (Машинный отдѣлъ Парижской всем. выставки 1878 г.).

Вмѣсто угольниковъ можно употреблять башмаки, подошва которыхъ обхватываетъ верхнюю полку рѣшетины, а верхняя часть состоитъ изъ двухъ трапецоидальныхъ стѣнокъ, между которыми проходитъ горбыль. Двѣ діагонально расположенныхъ заклепки связываютъ башмакъ съ обрѣшетиной, а двѣ другихъ заклепки — съ горбылемъ.

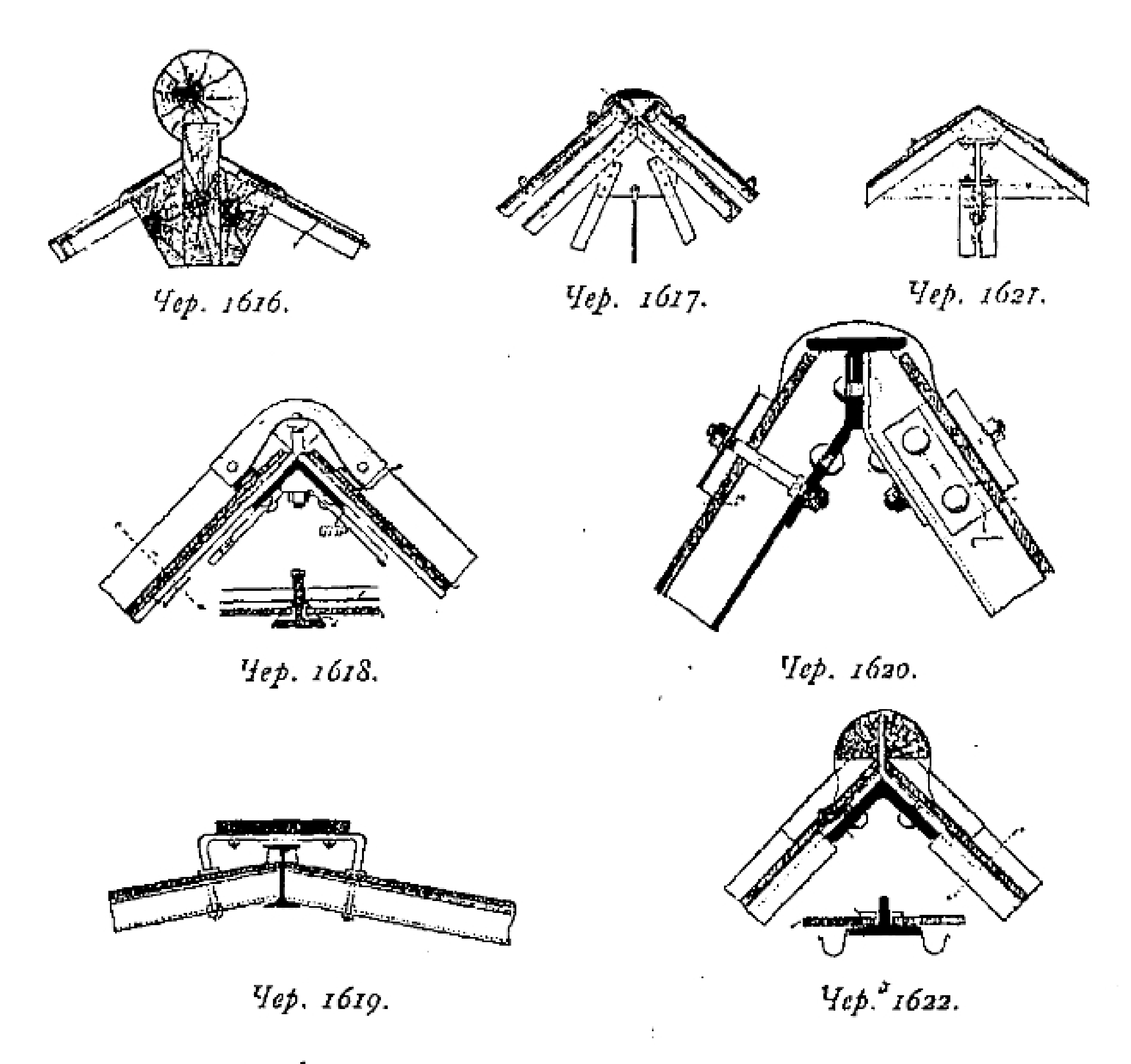
Горбыли изъ крестоваго и полосового желѣза могутъ соединяться съ обрѣшеткой посредствомъ тѣхъ же пріемовъ, какъ и горбыли изъ оконнаго желѣза.

При горбыляхъ, составленныхъ изъ полосового желѣза съ цинковымъ кожухомъ, соединеніе желѣзной полосы съ обрѣшеткой производится посредствомъ котельнаго желѣза, согнутаго подъ угломъ.

Наконецъ, при всякой, болѣе или менѣе сложной формѣ

горбыля, можно прибѣгнуть къ устройству чугунныхъ башмаковъ.

При проектированіи устройства конька надо заботиться, какъ о достаточной водонепроницаемости гребня кровли, такъ и о надежномъ соединеніи горбылей съ коньковымъ



Чер. 1616. Чер. 1617. Чер. 1621.

Чер. 1618. Чер. 1620.

Чер. 1619. Чер. 1622.

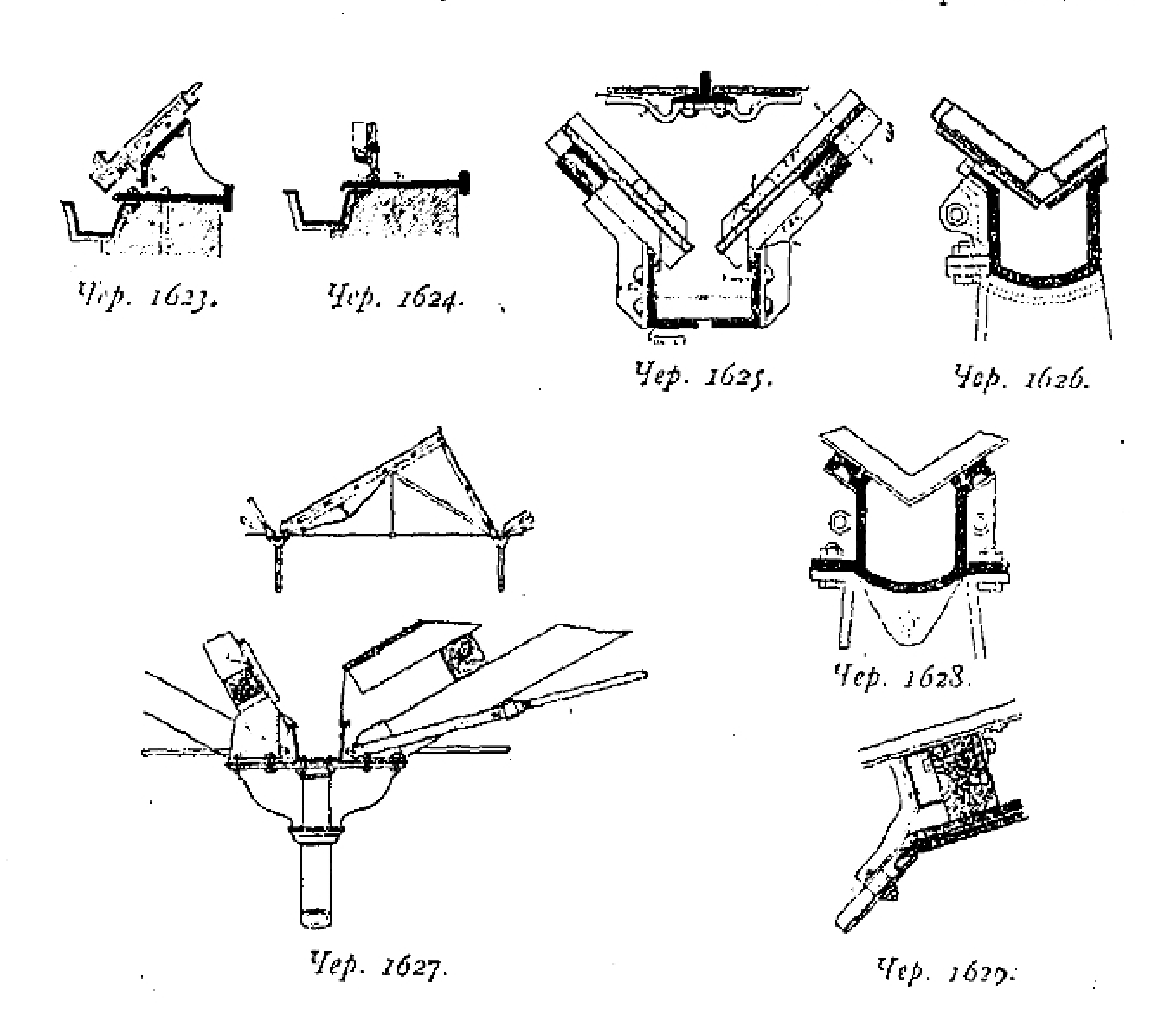
прогономъ. Способы устройства конька для различныхъ случаевъ показаны на чер. 1616—1622 (текстъ).

Также важно достигнуть совершенной водонепроницаемости въ свѣсахъ и разжелобкахъ, устройство которыхъ бываетъ различно, въ зависимости отъ того, имѣется-ли въ нихъ желобъ, или нѣтъ. Въ послѣднемъ случаѣ, часто встрѣчающемся при устройствѣ свѣтовыхъ фонарей, достаточно продолжить горбыли и стекла за вертикальную часть кровли. Размѣръ подобнаго продолженія, или свѣса, зависитъ отъ

того, желаютъ ли свѣсомъ предохранить вертикальную стѣнку отъ косого дождя, или для этого имѣются въ виду иныя приспособленія.

Если стѣнка защищена особыми приспособленіями, то свѣсъ можетъ быть и менѣе означеннаго.

Если на свѣсѣ имѣется желобъ, то надо сдѣлать особенно плотнымъ швовъ между желобомъ и стеклянной кровлей, не



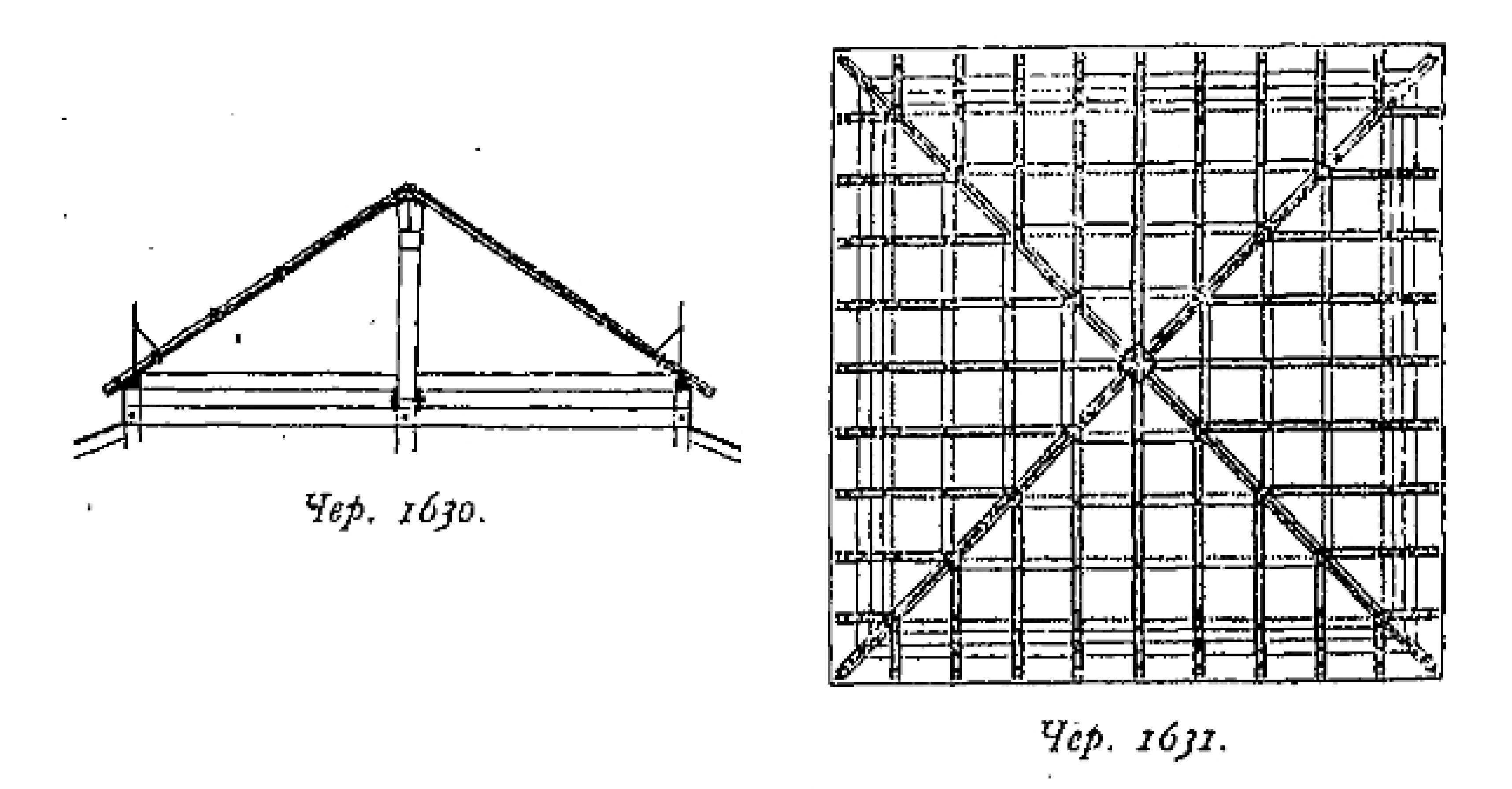
Чер. 1623. Чер. 1624. Чер. 1625. Чер. 1626. Чер. 1627. Чер. 1628. Чер. 1629.

стѣсняя въ тоже время свободу удлиненія желоба при перемѣнахъ температуры. Желобъ, чаще всего изъ листового цинка № 13—14, кладется обычнымъ способомъ на костыли (50×8 милл.), располагаемые на разстояніи 0,5 милл. одинъ отъ другого и соединяемые съ нижней обрѣшетиной или мауэрлатомъ. Сторона желоба, обращенная къ зданію, или подходитъ подъ край нижняго ряда стеколъ, или же между желобомъ и стекломъ кладется предохраняющій цинковый

листъ, связанный съ желобомъ посредствомъ фальца, а верхнимъ краемъ своимъ прикрѣпленный къ тонкой желѣзной полосѣ или угольнику, проходящему параллельно обрѣшеткѣ. Въ первомъ случаѣ желобъ обладаетъ большею подвижностью, чѣмъ во второмъ. Свѣсъ стеколъ надъ задней стороной желоба дѣлается обыкновенно 35—50 милл. Здѣсь же напомнимъ, что переднюю стѣнку желоба слѣдуетъ дѣлать нѣсколько ниже задней, чтобы, въ случаѣ его засоренія, вода переливалась бы черезъ наружный край его, а не черезъ внутренній, чер. 1623—1626 (текстъ).

На чер. 1627 (текстъ) показанъ способъ устройства желобовъ при зубчатыхъ крышахъ.

На чер. 1628—1629 (текстъ) показано устройство стеклянныхъ крышъ при примыканіи ихъ къ другимъ крышамъ.



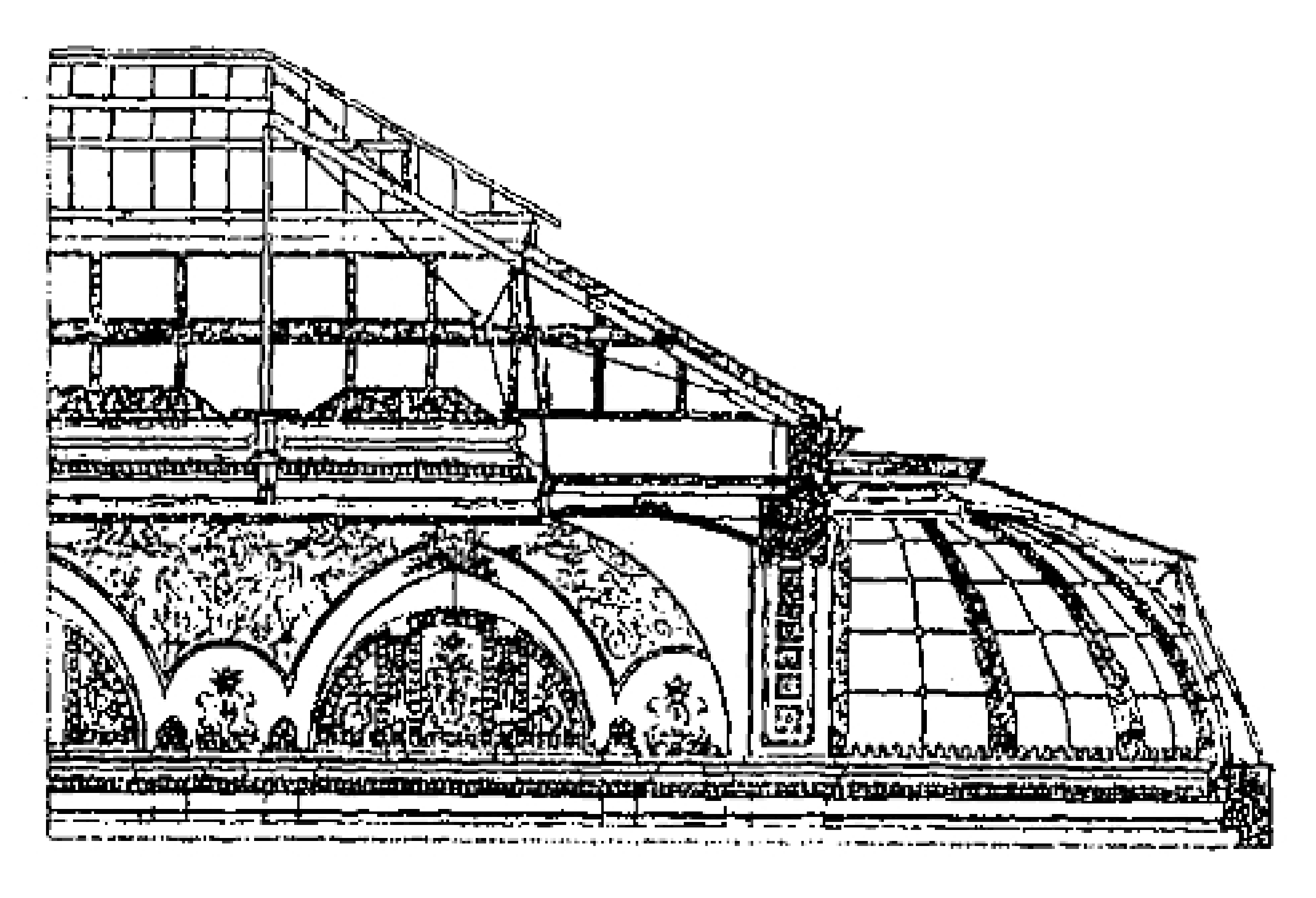
Чер. 1630.

Чер. 1631.

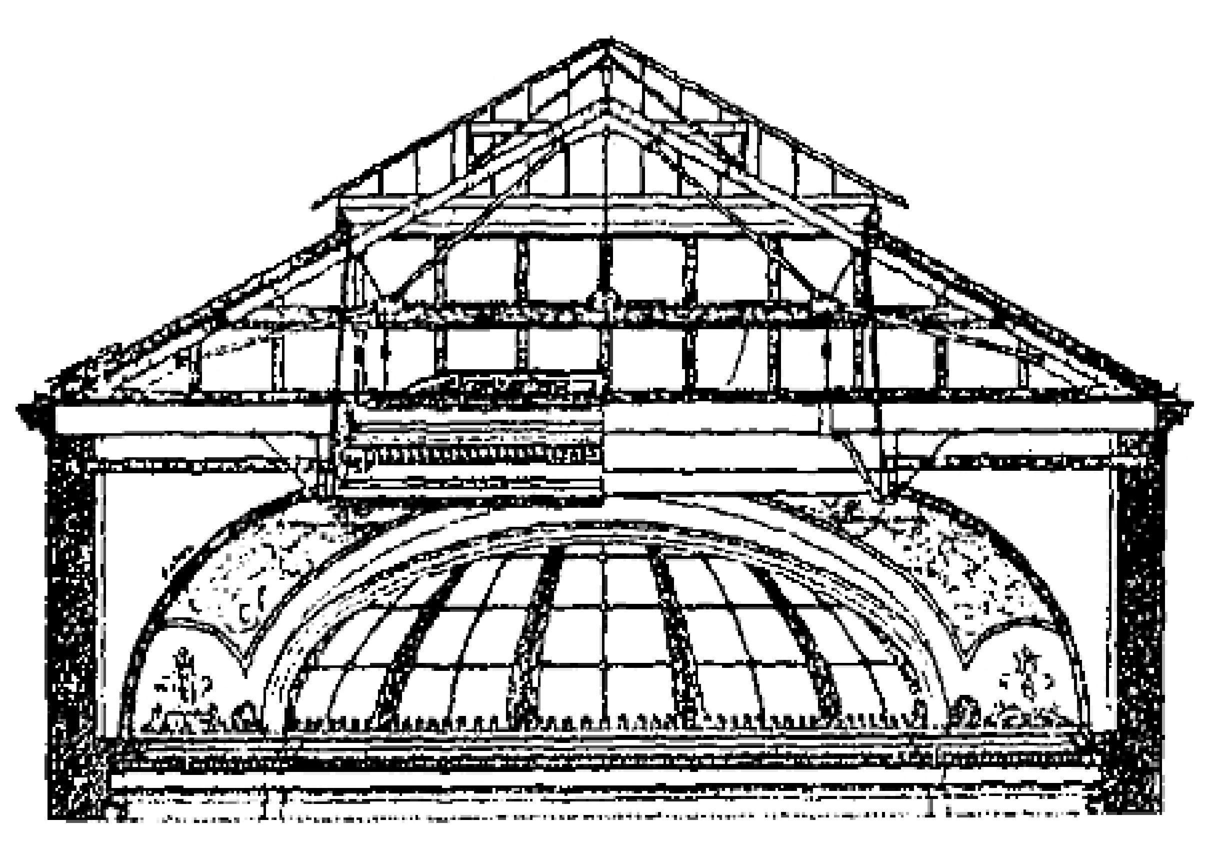
Примѣненіе стекла надъ шатровыми крышами весьма невыгодно, такъ какъ много стекла теряется на обрѣзкѣ, и самая конструкція относительно сложна. Тѣмъ не менѣе, въ нѣкоторыхъ случаяхъ нѣтъ другого исхода, поэтому мы разсмотримъ и ихъ устройство.

Общее расположеніе конструктивныхъ частей тоже самое, что и при обыкновенныхъ шатровыхъ кровляхъ, а именно: вдоль гребней проходятъ стропильныя ноги, поддерживающія концы примыкающихъ къ нимъ горбылей, а часто и самыя стекла. Обыкновенно, въ точкѣ схода верхнихъ концовъ этихъ

стропильныхъ ногъ съ коньковымъ прогономъ, встрѣчаются и два соотвѣтствующихъ горбыля боковыхъ поверхностей кровли; чтобы избѣгнуть пересѣченія въ одной точкѣ столькихъ конструктивныхъ частей, иногда относятъ эти два горбыля далѣе на 10—15 сант., что всегда можно и должно



Чер. 1632.

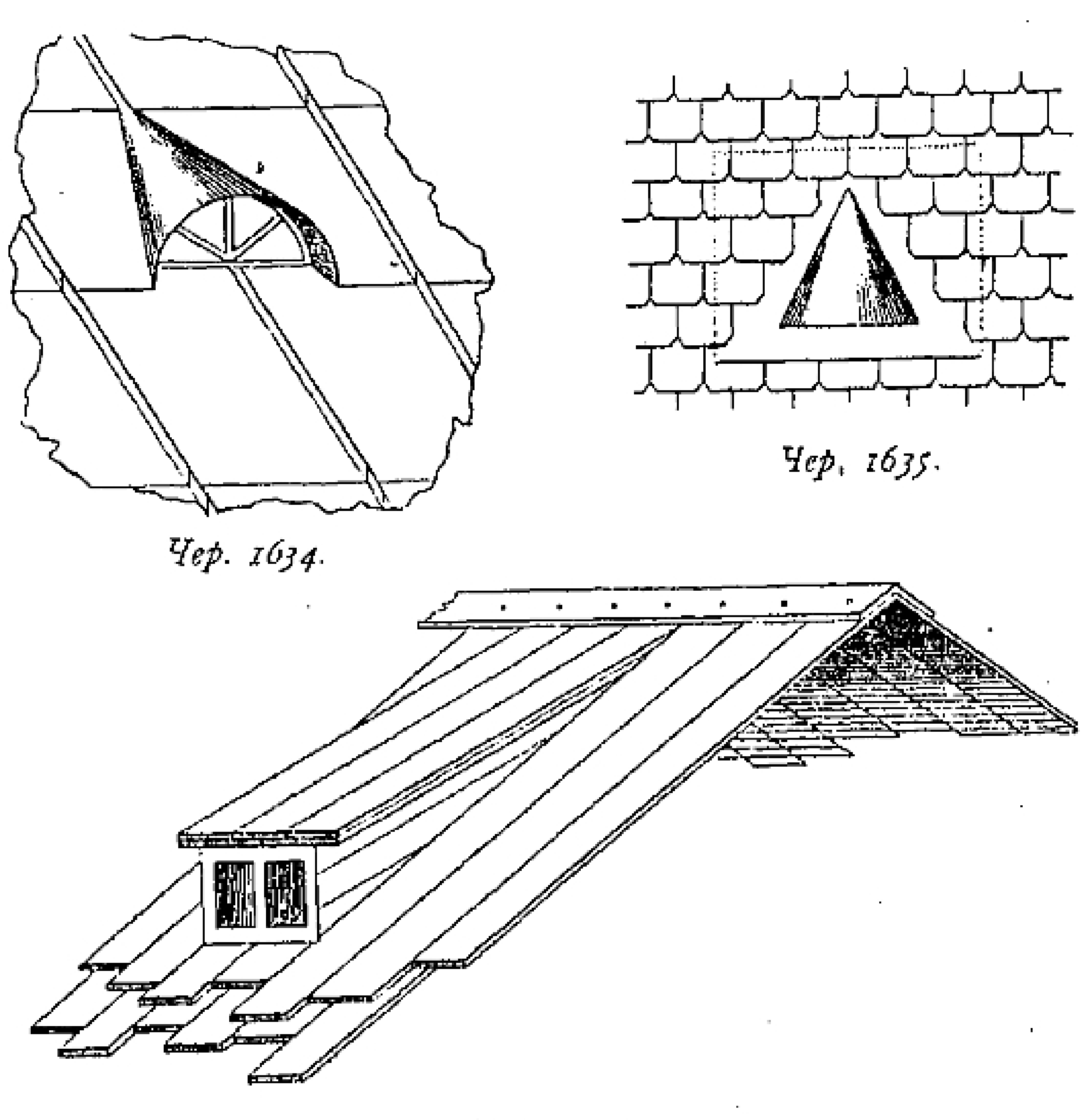


Чер. 1633.

дѣлать; далѣе, чтобы среднiй горбыль малой вальмы не пересѣкался въ этой же точкѣ, его верхнiй конецъ не доводятъ до конька, а кладутъ на короткiй горбыль въ видѣ ригеля. Послѣднiй прiемъ особенно хорошъ для вальмовыхъ кровель надъ многогранными помѣщенiями; остальныя части здѣсь

располагаются, какъ видно изъ рисунка, также, какъ и въ предъидущихъ случаяхъ, чер. 1630—1631 (текстъ).

Стекла, толщина которыхъ разсчитана на давленіе вѣтра и снѣга, недостаточны крѣпки, чтобы по нимъ можно было ходить. Поэтому, если не желаютъ значительно увеличить толщину стеколъ, или уменьшить ихъ должную ширину, то



Чер. 1634.

Чер. 1635.

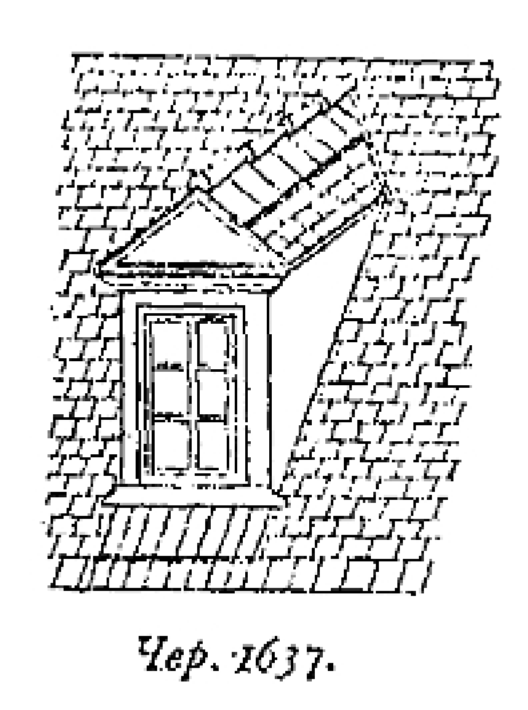
Чер. 1636.

надо прибѣгнуть къ устройству особыхъ ходовъ для осмотра и очистки кровли.

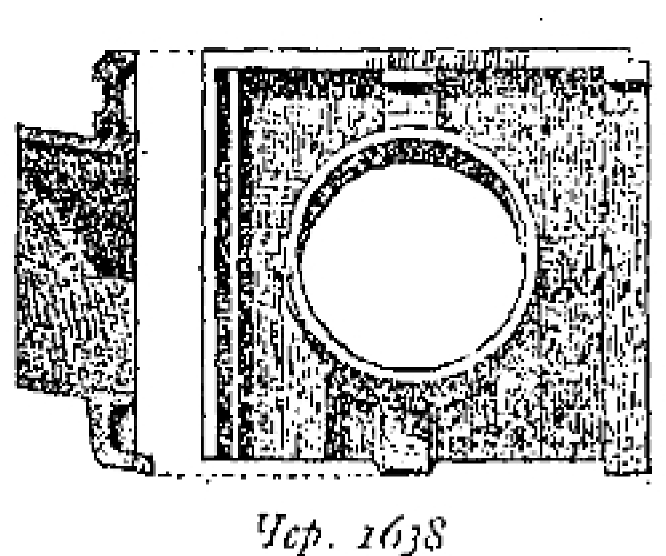
При небольшихъ двускатныхъ крышахъ можно по скатамъ прокладывать лѣстницы, а въ разжелобкахъ деревянныя доски. При большихъ размѣрахъ кровель надо класть особыя полосы, поднявъ ихъ на 20—30 сант. надъ стекломъ; къ этимъ полосамъ можно, въ случаѣ надобности, прицѣплять доски или лѣстницы, снабженныя крючьями. Полосы эти могутъ быть

сдѣланы изъ полосоваго, круглаго или угловаго желѣза и прикрѣплены къ горбылямъ или обрѣшеткѣ посредствомъ желѣзныхъ или чугунныхъ подставокъ.

Въ большихъ стеклянныхъ покрытіяхъ новѣйшаго времени подъ кровлей располагаютъ сѣтку изъ цинкованной желѣзной проволоки, которая служитъ для предохраненія людей, находящихся подъ кровлей, отъ осколковъ стеколъ, могущихъ быть разбитыми. Ячейки сѣтки имѣютъ въ ширину около 50 милл., сѣтка натягивается на рамки изъ 10 милл. круглаго желѣза; укладываемыя параллельно поверхности кровли. Ширина рамки соотвѣтствуетъ длинѣ стекла по на-



Чер. 1637.



Чер. 1638

правленію ската кровли, а длина рамки равна разстоянію между обрѣшетинами, къ которымъ рамы и прикрѣпляются.

Подобныя предохранительныя сѣтки устроены, между прочимъ, на всѣхъ станціяхъ Берлинской городской желѣзной дороги. Чер. 1632 и 1633 (текстъ) показываютъ примѣръ устройства стеклянныхъ фонарей.

§ 143. Освѣщеніе чердаковъ и мансардныхъ помѣщеній. Цѣль эта достигается всего проще посредствомъ оконъ, продѣлываемыхъ въ щипцахъ крыши. Но если необходимо сдѣлать въ кровельныхъ скатахъ отверстія для пропуска свѣта, то устраиваются, такъ называемыя *слуховыя* или *кровельныя окна*. Въ нихъ должны быть вставлены переплеты, на случай дождя и снѣга. Слуховое окно, заключающееся обыкновенно въ вертикальной плоскости, сопрягается съ кровельнымъ скатомъ посредствомъ люковъ. На чер. 1634, 1635 (текстъ) показанъ

коническій люкъ изъ металлическихъ листовъ, а на чер. 1636 (текстъ) односкатный люкъ, котораго верхняя плоскость продолжена до конька крыши; подобная форма употребляется при досчатой кровлѣ.

Чер. 1637 (текстъ) представляетъ люкъ, покрытый двускатной кровлею. Чер. 1638 (текстъ) представляетъ люкъ при кровляхъ изъ механически изготовляемой черепицы.

На чер. 1480—1482 и 1487, 1489—1491, 1484—1496 (атласъ) показано нѣсколько примѣровъ устройства оконъ для освѣщенія чердаковъ и мансардъ.

Чер. 1486, 1488, 1493, 1495 и 1498—1501 (атласъ) представляютъ примѣры украшеній крышъ.

На чер. 1483, 1492, 1494 и 1497 (атласъ) показано устройство крестовъ и шпилей, укрѣпляемыхъ на крышахъ.

Чер. 1485 (атласъ) представляетъ примѣръ прикрѣпленія острій громоотводовъ къ стропиламъ.

ГЛАВА IX.

ЛѢСТНИЦЫ.

§ **144. Общія понятія.** Для сообщенія между этажами зданія устраиваются *лѣстницы*; наружные входы въ строенія извѣстныя подъ названіемъ *крылецъ*, *папертей*, (церковныя крыльца) и *подъѣздовъ* или *плинтусовъ*.

Удобство лѣстницъ зависитъ отъ выгоднаго ихъ расположенія и вѣрно разсчитанныхъ частей; прочность отъ устройства, сообразно употребленному матеріалу, и, наконецъ, безопасность во время пожара отъ выбора матеріала.

Развалины стариныхъ зданій указываютъ намъ, что строители древнихъ зданій, и между прочимъ римляне, при возведеніи ихъ термъ, театровъ и проч., не заботились: ни объ удобствѣ расположенія, ни о надлежащихъ размѣрахъ, ни о красивомъ видѣ ихъ лѣстницъ, а смотрѣли на нихъ какъ на часть зданія необходимую для перехода изъ одного этажа въ другой и старались устраивать лѣстницы какъ можно проще; чер. 1504 (атласъ) представляетъ примѣръ устройства лѣстницы для входа въ древнее зданіе театра, высѣченной въ ступеняхъ цоколя.

Римляне, а за ними и строители средневѣковыхъ зданій были знакомы съ устройствомъ прямыхъ и винтовыхъ лѣстницъ, но въ большинствѣ случаевъ, не желая стѣснять помѣщеній внутри зданій, они устраивали парадныя лѣстницы не внутри, а снаружи зданій. Начало такимъ лѣстницамъ положено было при устройствѣ лѣстницъ для воинскихъ зданій.

Чер. 1502 (атласъ) представляетъ видъ наружной лѣстницы, встрѣчаемой и по настоящее время въ развалинахъ построекъ XII вѣка.

На чер. 1503 (атласъ) показанъ способъ устройства наружныхъ лѣстницъ древними строителями въ тѣхъ случаяхъ, когда приходилось уменьшать размѣры лѣстницы за недостаткомъ мѣста.

Чер. 1509 (атласъ) представляетъ устройство наружной лѣстницы у главнаго входа въ соборъ въ Canterbury, возведенное въ XII вѣкѣ.

На чер. 1507 и 1508 (атласъ) представлены наружныя лѣстницы, устроенныя въ среднихъ вѣкахъ у парадныхъ входовъ въ Palazzo del Podesta во Флоренціи и во дворѣ замка Porzia.

Роль наружной главной лѣстницы или крыльца въ жизни старинныхъ русскихъ бояръ была несравненно шире нынѣшней; значеніе крыльца не ограничивалось только тѣмъ, что оно служило необходимымъ входомъ въ жилье, но обусловливалось также извѣстными *обычными* сторонами жизни. Оно было мѣстомъ, гдѣ прилагался тогдашній *чинъ* или этикетъ бытовыхъ отношеній, не чуждый сильной обрядности. По смыслу этого чина, почетному гостю нужно было дѣлать три встрѣчи, а такъ какъ на крыльцѣ обыкновенно происходили встрѣчи и проводы гостей, то слѣдовательно этотъ обычай и долженъ былъ породить особый видъ крыльца. Согласно этому, древне-русское крыльцо состояло изъ трехъ площадокъ, роздыховъ и рундуковъ, расположенныхъ на разныхъ уровняхъ и соединенныхъ лѣстницами.

Нижній квадратный помостъ, или рундукъ, располагался обыкновенно нѣсколько выше двери, верхній на уровнѣ пола сѣней противъ входныхъ дверей, а средній на половинной высотѣ между двухъ предъидущихъ; лѣстницы располагались или такъ, что верхняя подъ прямымъ угломъ относительно нижней, или же шла по одному съ нею направленію и служила ея продолженіемъ. Лѣстницы и площадки, вмѣстѣ взятыя, составляли въ общемъ крыльцо, которое располагалось или отвѣсно къ лицу зданія или же сбоку зданія. Пріемъ этотъ встрѣчается въ крытыхъ крыльцахъ нашихъ церковныхъ папертей, хотя въ церквахъ рундуки эти не могли уже имѣть такого значенія, какъ въ частныхъ домахъ, но они очевидно были перенесены въ церковное зодчество, какъ разъ навсегда установленная форма крыльца. Примѣромъ подобнаго расположенія крылецъ могутъ служить деревянныя крытыя крыльца Коломенскаго дворца чер. 1171 (атласъ).

Внутреннія лѣстницы, устраивавшіяся для сообщенія внутри зданій, дѣлались двухъ типовъ или прямыя, чер. 1505—1506 (атласъ) или винтовыя, чер. 1511—1514 (атласъ). Оба эти типа примѣнялись еще римлянами и затѣмъ были одобрены строителями среднихъ вѣковъ.

Какъ видно изъ чер. 1505—1506 (атласъ), ступени прямыхъ внутреннихъ лѣстницъ опирались на наружную и внутреннюю стѣнки лѣстницы. Если размѣры ступени были велики, то ихъ опирали на ползучіе своды.

Винтовая лѣстница, представленная на чер. 1513 (атласъ), примѣня-

лась часто въ XI и XII вѣкахъ, она отличается внутреннимъ спиральнымъ сводомъ, на который опираются ступени, начиная съ части *I H*; до части *I H* ступени опираются на кладку стѣнъ.

На чер. 1514 (атласъ) показанъ типъ винтовой лѣстницы, безъ устройства спиральнаго свода, типъ этотъ началъ примѣняться въ XIII вѣкѣ. Съ конца XIII вѣка строители стали обращать вниманіе на то, чтобы лѣстницы, удовлетворяя условіямъ удобства ходьбы по нимъ, имѣли бы въ тоже время красивый видъ.

На чер. 1515 (атласъ) показано устройство наружной лѣстницы при старинной ратушѣ въ Парижѣ во время господства стиля возрожденія, лѣстница вся возведена изъ бѣлаго мрамора.

Со времени стиля возрожденія на лѣстницы стали смотрѣть какъ на часть зданія, не только необходимую для сообщенія одного этажа съ другимъ, но и какъ на часть зданія, которая, при надлежащемъ расположеніи ея, соотвѣтственныхъ размѣрахъ и пропорціи частей ея, можетъ быть такъ устроена, что представитъ собою лучшее подспорье къ украшенію зданія.

§ 145. Составныя части лѣстницъ. Послѣ постепенныхъ усовершенствованій въ устройствѣ лѣстницъ, послѣднія, устраиваемыя въ наше время, состоятъ изъ слѣдующихъ частей: *наклонныхъ* или *маршей,* и *горизонтальныхъ* или *площадокъ*.

Площадки предназначаются для отдыха поднимающихся по лѣстницамъ и для безопасности спускающихся съ нея. Марши лѣстницъ состоятъ изъ отдѣльныхъ частей, которыя ограничены вертикальными и горизонтальными плоскостями: части эти называются *ступенями*. Марши подъѣздовъ имѣютъ форму пологихъ скатовъ, удобныхъ для въѣзда экипажей.

Клѣткою лѣстницъ называется часть зданія, окруженная стѣнами, въ которой помѣщены марши и площадки лѣстницъ.

Щеки лѣстницы суть поверхности, ограничивающія лѣстницу съ двухъ ея сторонъ. Наружною щекою внутренней лѣстницы будетъ та поверхность ея, которая обращена къ стѣнамъ клѣтки, и внутреннею щекою — сторона, обращенная во внутренность клѣтки.

Щеки имѣютъ обыкновенную форму вертикальныхъ плоскостей или вертикальныхъ цилиндровъ.

Линія, по которой слѣдуетъ поднимающійся на лѣстницу, или спускающійся по ней, называется *линіею всхода*. Обыкновенно предполагаютъ, что линія эта проходитъ по сре-

динѣ лѣстницы, и, стало-быть, раздѣляетъ длину всѣхъ ступеней пополамъ.

Ширина ступени называется *проступью,* а высота ея *подступенькою.*

Поверхность, ограничивающая марши и площадки снизу, называется *нижнею поверхностью лѣстницъ.*

Балки, положенныя въ плоскостяхъ щекъ лѣстницы, въ которыя вдѣланы концы ступеней, называются *тетивами.*

Металлическія дугообразныя ребра (или фермы), поддерживающія ступени снизу, извѣстны подъ названіемъ *косауровъ.* Если эти ребра имѣютъ видъ прямыхъ линій, то ихъ также называютъ *тетивами* или прямыми *косаурами.*

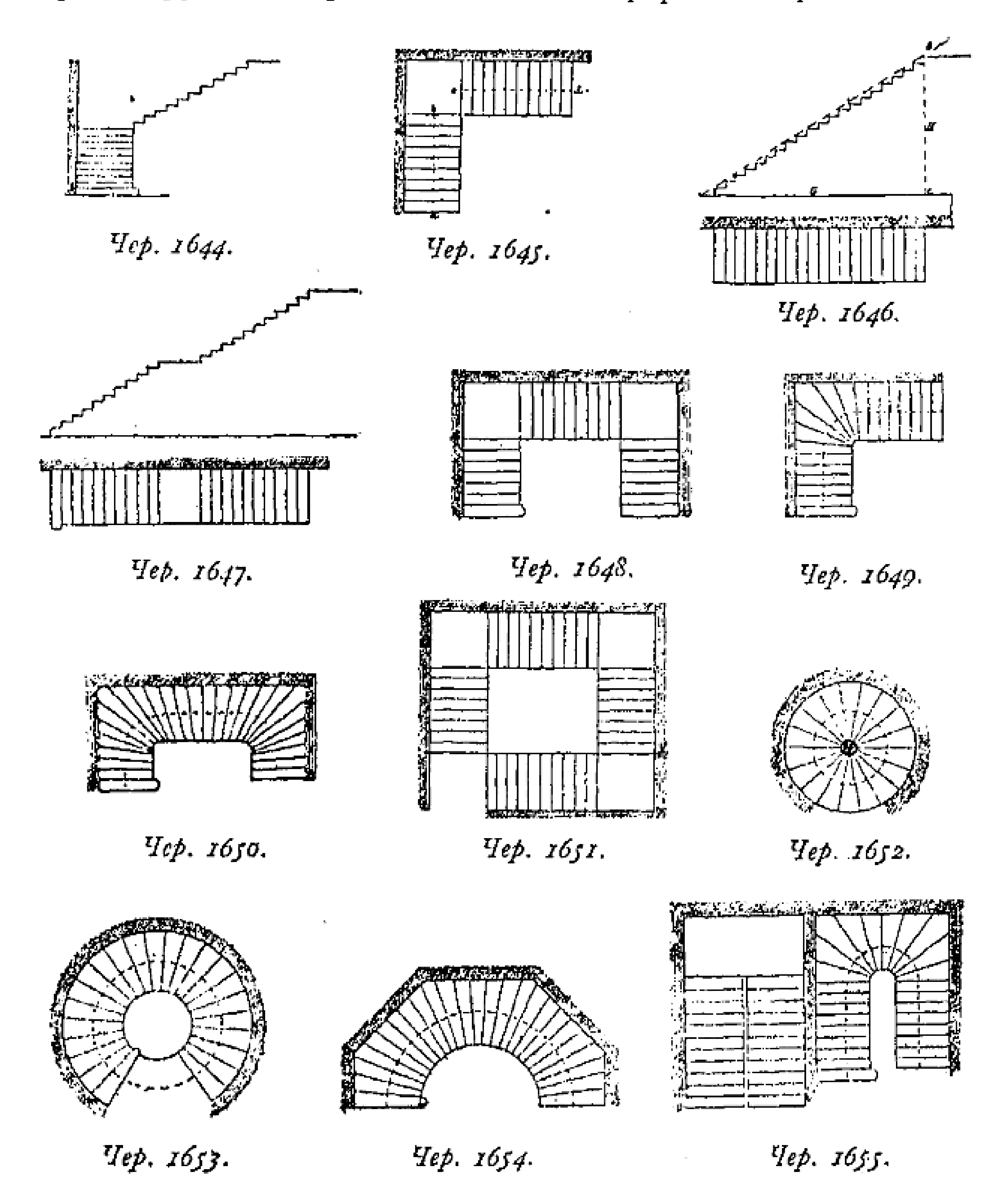
Если лѣстница идетъ сначала по одному направленію, а потомъ по другому, то ей придаютъ названіе лѣстницы съ поворотомъ. Но если, кромѣ того, лѣстница раздѣляется на двѣ отдѣльныя части, такъ что для входа можно избрать который нибудь изъ этихъ отдѣловъ, ведущихъ на одну и ту же площадку, то лѣстница будетъ *съ вѣтвями* или *лѣстница о двухъ вѣтвяхъ.*

§ 146. **Раздѣленіе лѣстницъ: по назначенію, по формѣ ихъ, по роду матеріала, употребленнаго на ихъ устройство и по системѣ устройства.** По своему назначенію лѣстницы раздѣляются: на *парадныя, чистыя* или *главныя, черныя* или *боковыя, потайныя, погребныя, чердачныя* и проч.

По формѣ ихъ они раздѣляются: *на прямыя, ломанныя* или *съ поворотами, ломанныя съ закругленными поворотами, круглыя* или *винтовыя* и *полукруглыя.* Видъ линіи всхода на планѣ лѣстницы сообщаетъ лѣстницамъ эти названія. Въ прямыхъ лѣстницахъ щеки проектируются горизонтально въ прямыя параллельныя линіи. Въ ломанныхъ лѣстницахъ, гдѣ линія всхода слѣдуетъ обыкновенно измѣненіямъ стѣнъ клѣтки, щеки проектируются горизонтально въ ломанныхъ линіяхъ, составленныхъ изъ прямыхъ линій параллельныхъ стѣнамъ клѣтки. Если при такомъ же положеніи щекъ, онѣ закругляются въ углахъ пересѣченія, то горизонтальная ихъ проекція даетъ прямыя линіи, сопряженныя дугами и лѣстница будетъ ломанная съ округленными поворотами. Сту-

пени въ закругленіяхъ шире у одного конца, чѣмъ у другого, ихъ называютъ *забѣжными*.

Въ винтовыхъ лѣстницахъ обѣ щековыя поверхности проектируются горизонтально въ непрерывныя кривыя линіи



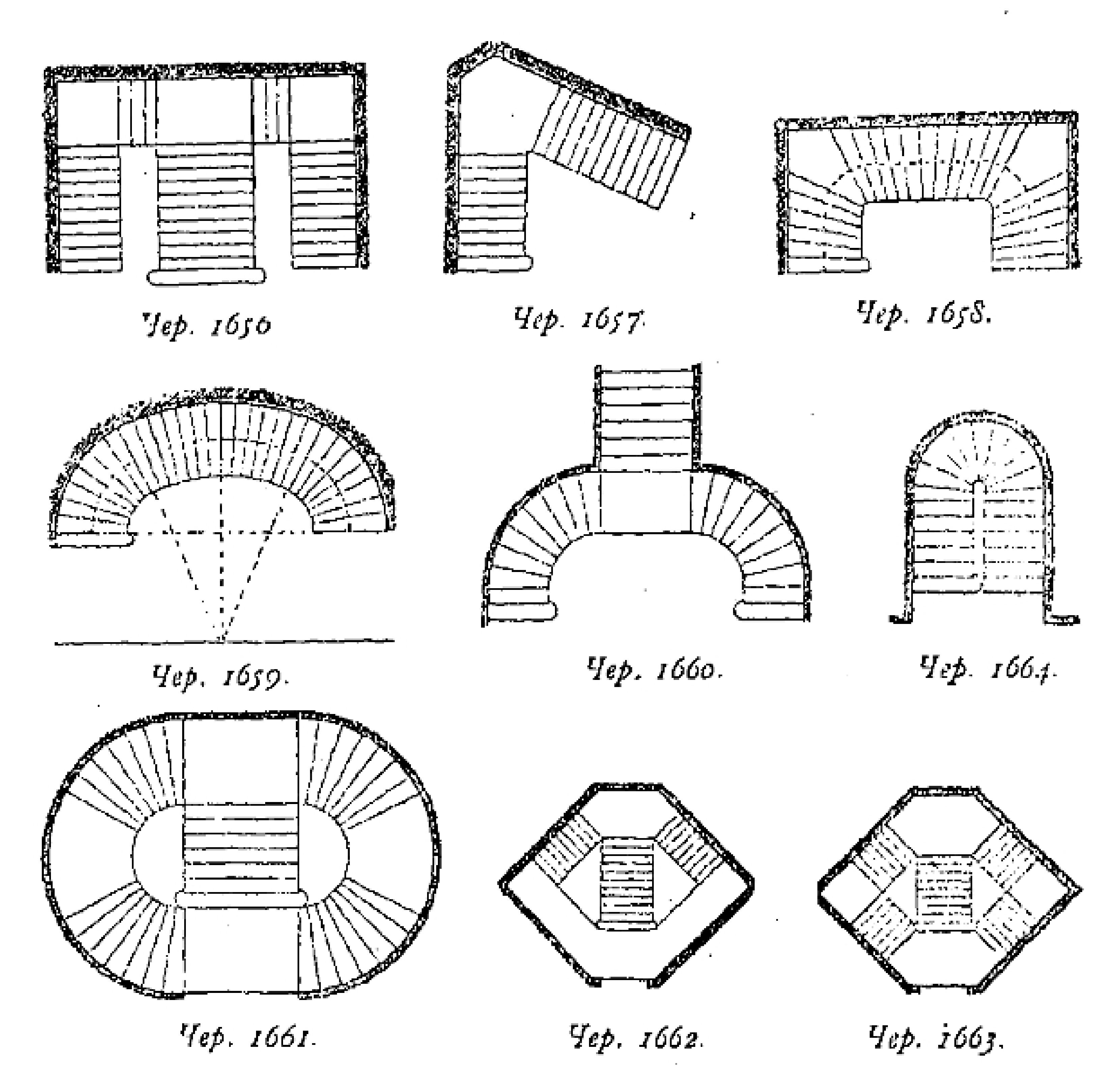
Чер. 1644. Чер. 1645. Чер. 1646. Чер. 1647. Чер. 1648. Чер. 1649. Чер. 1650. Чер. 1651. Чер. 1652. Чер. 1653. Чер. 1654. Чер. 1655.

(обыкновенно круги, а иногда эллипсы); всѣ ступени ихъ забѣжныя.

По матеріалу, употребленному на устройство лѣстницъ,

онѣ бываютъ: *каменныя, деревянныя, металлическія* и *смѣшанныя*, т. е. составленныя изъ соединеній этихъ матеріаловъ.

Кромѣ того, по системѣ устройства, лѣстницы раздѣляются на *подпертыя* или укрѣпленныя стѣнками или столбами, которые помѣщены внутри клѣтки и на *висячія*, т. е. не имѣющія этихъ подпоръ. Висячія лѣстницы укрѣпляются



Чер. 1656 Чер. 1657 Чер. 1658. Чер. 1659. Чер. 1660. Чер. 1664. Чер. 1661. Чер. 1662. Чер. 1663.

въ одномъ случаѣ, въ стѣнахъ клѣтки; въ другомъ — ступени ихъ поддерживаются взаимно и, такимъ образомъ, вся лѣстница опирается на горизонтальной плоскости, на которой лежитъ нижняя ступень.

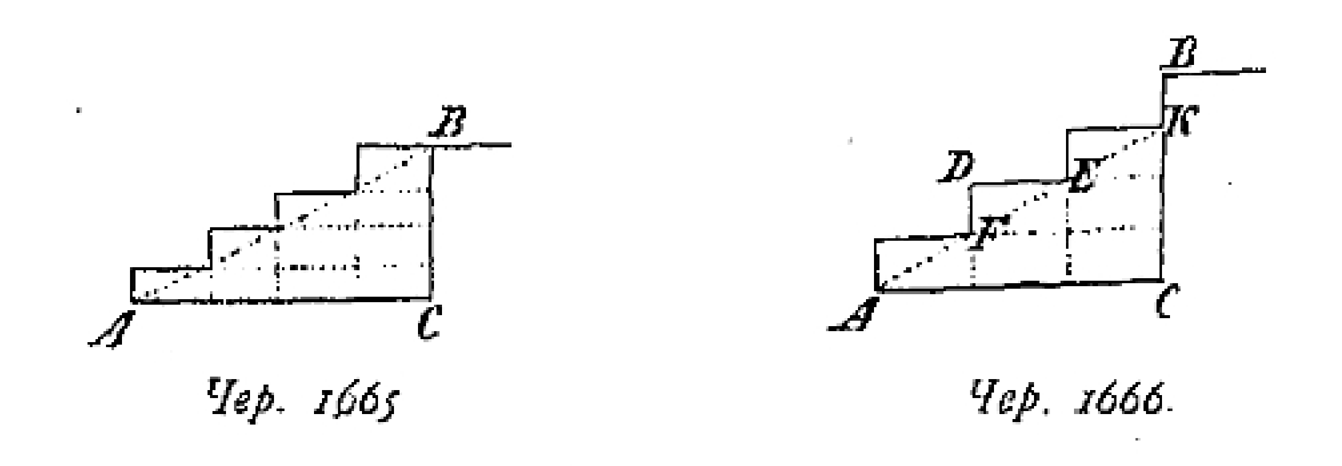
Лѣстница называется *открытою,* когда она не имѣетъ стѣнъ клѣтки. Вмѣсто клѣтки изъ сплошныхъ стѣнъ, могутъ быть употреблены подпорные столбы. Висячія лѣстницы

можно устраивать безъ клѣтокъ и безъ подпорныхъ столбовъ.

Лѣстницу называютъ *сквозною*, если между маршами остается большое пространство (пролетъ), во всю высоту лѣстницы, на подобіе вертикальной трубы. Пролеты даютъ возможность освѣщать лѣстницу, простирающуюся на высоту нѣсколькихъ этажей, однимъ отверстіемъ, продѣланнымъ въ потолкѣ клѣтки.

На чер. 1644—1664 (текстъ) представлены различныя формы лѣстницъ, въ зависимости отъ расположенія линіи всхода.

§ 147. Размѣры частей и разсчетъ лѣстницъ. а) *Отношеніе между измѣреніями ступеней и наклономъ маршей.* Положимъ, что даны двѣ горизонтальныя площадки A и B, чер. 1665 (текстъ), между которыми должно помѣстить маршъ AB.



Чер. 1665 *Чер. 1666.*

Назовемъ H подъемъ марша BC и G—основаніе его AC. Раздѣливъ BC на нѣсколько равныхъ частей и AC настолько же частей и проведя чрезъ точки дѣленія вертикальныя и горизонтальныя линіи, будемъ имѣть линіи, ограничивающія ступени. Но при подобномъ очертаніи ступеней получается лѣстница, у которой верхняя ступень составляетъ продолженіе площадки B. Если мы хотимъ оставить площадкѣ B данные ей размѣры, то должно исключить одну *проступь* (ширину ступени) и для этого раздѣляютъ основаніе марша AC на столько равныхъ частей, сколько ихъ находится въ подъемѣ BC—*безъ одной*, такъ что при m ступеняхъ въ подъемѣ BC основаніе AC должно заключать ихъ $m-1$. Чер. 1666 (текстъ) представляетъ это начертаніе. Соединимъ точку A съ точкою K; линія AK пройдетъ чрезъ всѣ точки подобныя E и F и означающія внутреннія ребра

ступеней. Изъ подобія треугольниковъ DEF и AKC составится пропорція:

$$\frac{DE}{DF}=\frac{AC}{CK}.$$

Пусть высота ступени $DF=b$, ширина $DE=a$. Имѣя въ виду, $KC=BC-b$, представимъ вмѣсто AC и BC величины ихъ G и H, что даетъ

$$\frac{a}{b}=\frac{G}{H-b} \quad . \ . \ . \ (1).$$

Уравненіе (1) выражаетъ зависимость между измѣреніями ступени a и b и величиною $\frac{G}{H}$, означающею наклонъ марша. Это отношеніе будетъ существовать при соблюденіи условія: чтобы *подступеньки были вертикальны, а проступи горизонтальны*. Второе условіе для опредѣленія величинъ a и b выводятъ изъ наблюденій надъ величиною человѣческаго шага и измѣняемостью его при всходѣ на наклонныя плоскости. Величина шага заключается между 14 и 12 вершками. При всходѣ на наклонную плоскость шагъ укорачивается и уменьшеніе его можетъ быть выражено эмпирическою формулою:

$$a+2b=14 \text{ верш. (или 12 верш.)} \quad . \ . \ . \ (2).$$

Точность этой формулы повѣряется опытомъ.

Высота ступени должна заключаться *полное число разъ* въ высотѣ марша; частное, происшедшее отъ раздѣленія этихъ двухъ величинъ, означаетъ *число ступеней*. Ширина ступени должна также заключаться полное число разъ въ основаніи марша; частное будетъ равно числу ступеней, заключенныхъ въ маршѣ — безъ единицы:

$$\frac{H}{b}=m \quad . \ . \ . \ . \ (3); \quad \frac{G}{a}=m-1 \quad . \ . \ . \ (4).$$

Итакъ, мы имѣемъ четыре уравненія, обусловливающія три неизвѣстныя величины a, b и m.

Изъ этого видно, что предложенная задача есть *сверхъ опредѣленная* и что слѣдовательно для величинъ a и b, точно

удовлетворяющихъ всѣмъ условіямъ, имѣть не возможно, за исключеніемъ развѣ нѣкоторыхъ частныхъ случаевъ. Задача эта рѣшается приблизительно, съ достаточною для практическаго примѣненія точностью, слѣдующимъ образомъ. Изъ уравненій (1) и (2), по исключеніи величины a, опредѣлимъ величину b. Потомъ, вставляя найденную величину b въ уравненіе (3), получимъ частное (отъ раздѣленія H на b), означающее число ступеней:

$$m = \frac{H}{b}.$$

Отдѣлимъ въ величинѣ m цѣлое число отъ дроби. Если дробь болѣе $1/2$, то ее принимаютъ за единицу, а если менѣе $1/2$, то отбрасываютъ. Такимъ образомъ опредѣлится *число ступеней въ маршѣ.*

Размѣры ступеней опредѣлятся по формуламъ:

$$b = \frac{H}{m} \text{ и } a = \frac{G}{m-1}.$$

Для большей легкости опредѣленія величины b изъ уравненій (1) и (2) можно упростить уравненіе (1), сообразивъ, что величина b очень мала въ отношеніи къ H, особенно при маршѣ, имѣющемъ значительное число ступеней. Но такъ какъ величина эта служитъ только для приблизительнаго опредѣленія числа ступеней, то можно безъ большой погрѣшности представить первое уравненіе въ видѣ:

$$\frac{b}{a} = \frac{H}{G} \quad . \; . \; . \; (1).$$

Стало быть величина m, опредѣленная изъ уравненій (1) и (2), будетъ имѣть видъ:

$$m = \frac{2H + G}{14} \quad . \; . \; . \quad (5).$$

Замѣтимъ здѣсь же, что упрощеніе въ уравненіи (1) составляетъ причину того, что размѣры ступеней въ маршахъ, гдѣ ихъ мало, выходятъ слишкомъ большіе; ниже въ приложеніи выведенныхъ формулъ къ разсчету лѣстницъ показано, какъ исправляется подобная неточность. Еслибъ лѣст-

ница не имѣла верхней площадки, то раздѣленіе марша на ступени должно дѣлать такъ, какъ показано на чер. 1665 (текстъ) и въ такомъ случаѣ уравненія (1) и (5) были бы совершенно точны.

Выведенныя уравненія даютъ средства опредѣлить *въ числахъ* размѣры ступеней по даннымъ измѣреніямъ марша. Обратное рѣшеніе вопроса при изслѣдованіи этихъ уравненій даетъ весьма полезные результаты, указывающіе предѣльныя величины для высоты и ширины ступеней, а равно и для наклона маршей.

b) *Предѣлы для высоты ступеней.* Опытомъ найдено, что поднимаясь на ступень высотою въ 2 вершка, мы переносимъ ногу не сгибая ее, и на несогнутой ногѣ поднимаемъ тѣло впередъ. Поэтому 2 вершка или немного болѣе есть высота ступеней для самыхъ роскошныхъ лѣстницъ.

$$\text{При } b = 2 \text{ вер.}, \ a = 12 \text{ вер.} - 2b = 12 - 4 = 8 \text{ вер.}; \text{ и } \frac{a}{b} = \frac{G}{H} = 8/2 = 4.$$

Слѣдовательно подобная лѣстница требуетъ, чтобы маршъ имѣлъ основаніе, равное четыремъ высотамъ. Употребляя формулу $a + 2b = 14$, вышло бы, что $a = 10$ и $\frac{G}{H} = 5$, т. е., что основаніе марша было бы равно пяти высотамъ.

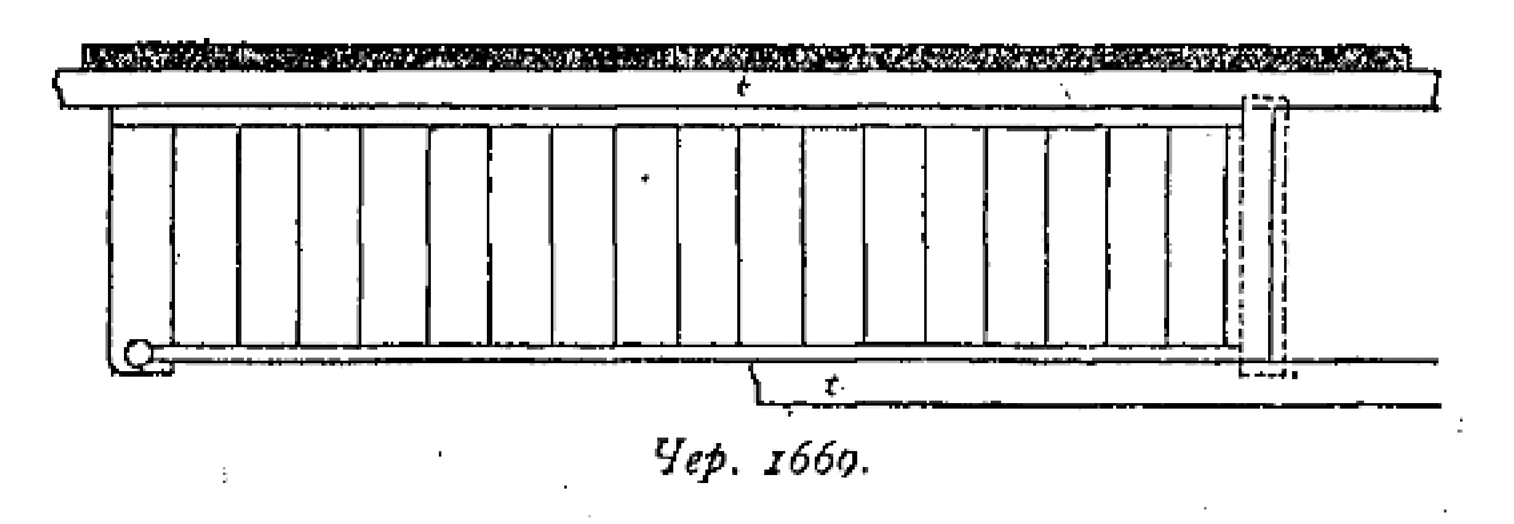
Лѣстница считается удобною для всхода, если высота ступеней ея — около $3^1/_3$ вершковъ или, какъ обыкновенно говорятъ, когда въ 1 *аршинѣ* 5 *ступеней*. Полагая $b = {}^{16}/_5$ верш., получимъ, что $a = 13 - 2\,{}^{16}/_5$ верш. (для чистыхъ лѣстницъ можно употребить формулу $a + 2b = 13$), а $\frac{G}{H} = 2^1/_{16}$. Слѣдовательно въ чистыхъ лѣстницахъ, гдѣ ступени высотою ${}^{16}/_5$ верш., ширина ступеней должна быть $6^3/_5$ верш., а марши должны имѣть основаніе равное двумъ высотамъ.

Въ черныхъ лѣстницахъ не должно полагать высоту ступеней болѣе 4 верш, или болѣе 4 *ступеней въ аршинѣ*. Полагая $b = 4$ вершк., получимъ, что $a = 14 - 2 \times 4 = 6$ вершк., а $\frac{G}{H} = \frac{a}{b} = 1^1/_2$. Слѣдовательно для удобнаго хода

по чернымъ лѣстницамъ при высотѣ ступеней въ 4 верш. слѣдуетъ дѣлать ширину въ 6 верш., а основаніе маршей должно быть равно полуторной ихъ высотѣ.

Чер. 1667.

Чер. 1668.



Чер. 1669.

c) *Предѣлы для ширины ступеней.* Верхняя плоскость ступеней должна быть такъ широка, чтобы нога могла помѣститься на ступени, а для этого необходимо по крайней

мѣрѣ 6 верш., съ другой стороны a не должно быть слишкомъ велико для того, чтобы всходя на лѣстницу, не дѣлать шаговъ болѣе обыкновенныхъ. Послѣднее условіе выражается формулою $a + 2b = 14$ (12) верш., гдѣ при $b = 0$, $a = 14$ (или 12 верш.), что и означаетъ наибольшую величину для a.

Предполагая наименьшій предѣлъ для a, т. е. a=6 верш., получимъ, что $b = \frac{14 - 6}{2} = 4$; $\frac{G}{H} = \frac{a}{b} = 1^1/_2$. Это — размѣры для черныхъ лѣстницъ.

Изъ предыдущаго видно, что чѣмъ марши положе, тѣмъ лѣстница удобнѣе для всхода, и что по мѣрѣ увеличенія наклона маршей всходъ дѣлается затрудиительнѣе: предѣломъ для наклона можетъ служить уголъ въ 45^0, т. е. когда осиованіе равно высотѣ. Если $\frac{G}{H} = 1$, то $b = a$ и изъ уравненія $a + 2b = 14$ получимъ, что $b = 4$ верш. и $a = 4$ верш., т. е. что въ этомъ случаѣ ширина ступеней менѣе необходимой. Для возможности хода на такихъ лѣстницахъ дѣлаютъ подступеньки наклонными и ступень выдающеюся впередъ, чер. 1667 (текстъ), или ступени дѣлаются безъ подступенекъ чер. 1168, 1169 (текстъ). Скатъ въ 45^0 для маршей придается въ крайнихъ случаяхъ и то только для лѣстнпцъ, ведущихъ на чердаки п въ подвалы. Впрочемъ для всхода на башни, куполы и проч. устраиваются лѣсенки п круче, но всегда съ поручнями для того, чтобы держась за нихъ подниматься общимъ усиліемъ рукъ и ногъ.

Въ *забѣжныхъ* ступеняхъ ходъ долженъ быть удобенъ по средней линіи, называемый линіею всхода, такъ что по направленію этой линіи размѣры ступеней должны удовлетворять всѣмъ вышеприведеннымъ правиламъ. Вообще, чѣмъ менѣе разница у одного конца ступени, тѣмъ лѣстница будетъ удобнѣе для всхода по цѣлой ея ширинѣ. Забѣжныя ступени при прямыхъ маршахъ весьма неудобны; ихъ употребляютъ только въ крайнихъ случаяхъ за неимѣніемъ мѣста.

Изъ предыдущихъ замѣчаній можно составить таблицу для наиболѣе встрѣчающихся случаевъ устройства лѣстницъ.

Названіе лѣстницъ.	Отношеніе основанія марша къ его высотѣ.	Уголъ наклоненія маршей къ горизонту въ градусахъ.	Ширина ступени въ вершкахъ.	Высота ступени въ вершкахъ.	
Парадныя лѣстницы	3 1/2	16	8 3/11	2 4/11	$a + 2b = 13$ верш.
	3	18 1/3	7 4/5	2 3/5	
	2 1/2	21 3/4	7 2/9	2 8/9	
Чистыя лѣстницы	2 1/4	24	6 16/17	3 1/17	
	2	26 1/2	6 1/2	3 1/4	
	1 3/4	29 2/3	6 1/15	3 7/15	
Черныя лѣстницы	1 1/2	33 2/3	6	4	$a + 2b = 14$ верш.
	1 1/4	38 2/3	5 [illegible]/13	4 6/13	
Чердачныя и погребныя лѣстницы	1	45	4 [illegible]/3 *)	4 [illegible]/3	$a + 2b = 14$ верш.
	3/4	53 1/3	5 [illegible]/11 *)	5 1/11	
Крутыя лѣсенки на башни, сѣновалы и проч., передвижныя лѣстницы	1/2	63 1/3	2 1/6 *)	5 3/6	*) Мѣры эти показываютъ, сколько одна ступень выдается внѣшнимъ своимъ ребромъ изъ за смежной ступени.
	1/4	76	1 [illegible]/9 *)	6 2/9	

d) *Длина ступеней* или что все равно ширина лѣстницы *(размахъ)* должна соотвѣтствовать назначенію самой лѣстницы. Мѣры, которымъ обыкновенно придерживаются, выражены въ слѣдующей таблицѣ.

Ширина лѣстницъ или длина ступеней.	
Названіе лѣстницъ по назначенію.	Ширина въ аршинахъ.
a) Главныя или парадныя лѣстницы . . .	Отъ 5 до 9
b) Чистыя лѣстницы	— 2 — 4
c) Черныя лѣстницы (достаточныя для проноса мебели)	— $1^1/_2$ — 2
d) Чердачныя и погребныя.	— $1^1/_4$ — $1^1/_2$
e) Потаенныя лѣстницы (только для прохода людей)	Не менѣе 1 арш.

Величина площадокъ. Ширина площадокъ должна быть равна ширинѣ маршей, примыкающихъ къ ней, и поэтому:

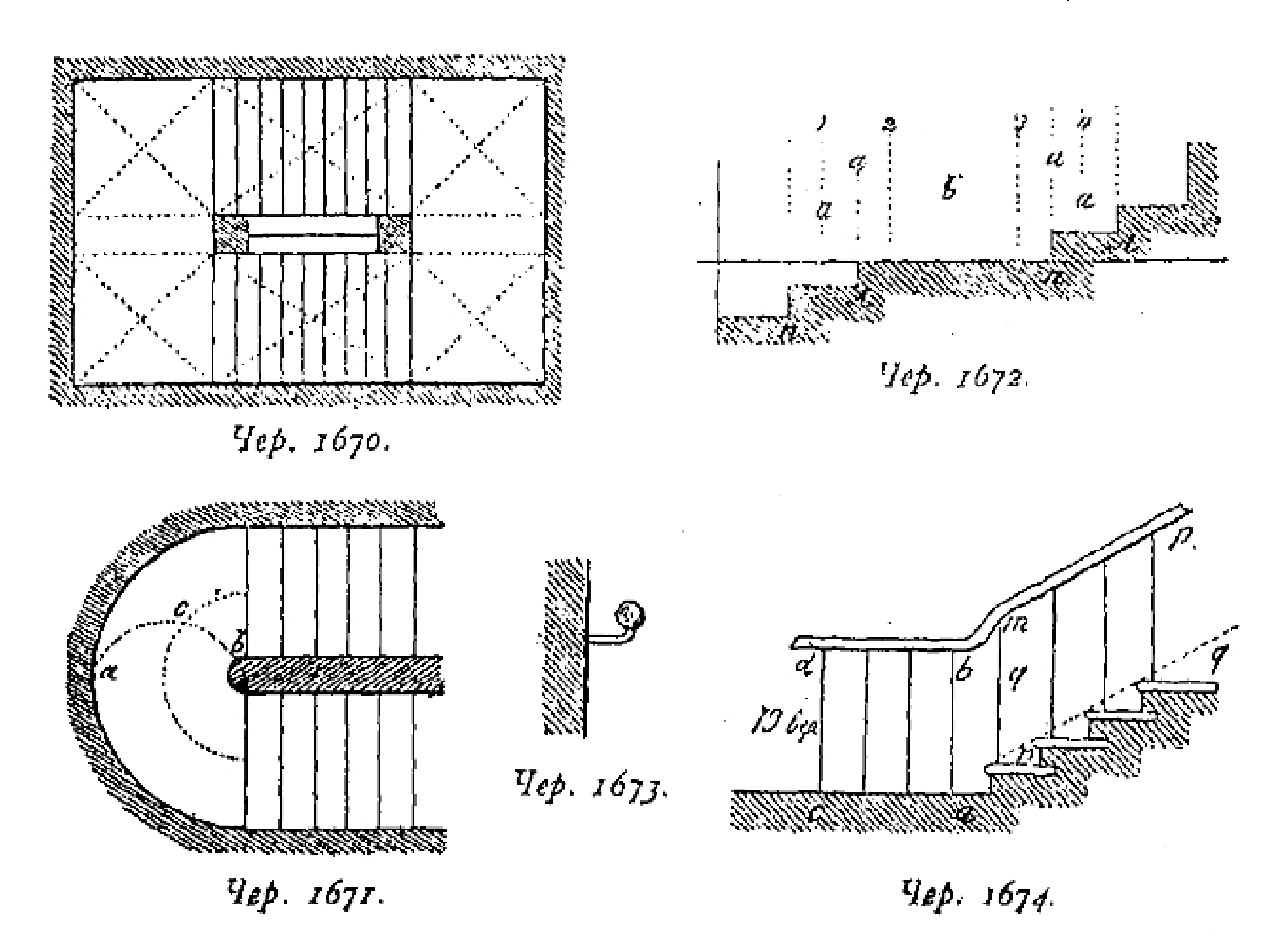
1) Если направленіе маршей изображаетъ въ планѣ двѣ взаимно перпендикулярныя линіи, то площадка будетъ имѣть форму четверти круга или квадрата, чер. 1645 (текстъ).

2) Если направленіе маршей будетъ изображать двѣ параллельныя линіи, то площадки примутъ форму полуокружности или прямоугольника, описаннаго около этой полуокружности, чер. 1670—1671 (текстъ).

3) Если направленія эти составляютъ тупые или острые углы, то площадки будутъ имѣть формы, показанныя на чер. 1657, 1662 (текстъ).

Если площадки уже лѣстницы, то польза, доставляемая излишкомъ ширины лѣстницы, уничтожается недостаточною шириною площадки. И такъ при проносѣ мебели, нѣкоторыя изъ нихъ, пройдя свободно по лѣстницѣ, не пройдутъ чрезъ площадки; при проходѣ большого числа людей на узкой площадкѣ будетъ тѣснота. Площадки нѣсколько шире лѣстницъ не столь неудобны, сколько слишкомъ узкія, но тѣмъ не менѣе представляютъ неудобства въ такихъ лѣстницахъ, по которымъ будетъ проходить вдругъ большое число людей.

Площадки, дѣлаемыя не для поворота, а только для перерыва очень длинныхъ маршей, имѣютъ ширину равную ширинѣ марша; длина ихъ, измѣряемая по линіи всхода, должна быть опредѣлена такъ, чтобы, ступая съ нижняго марша на площадку, а съ нея на верхній маршъ, можно было дѣлать шаги одинаковой величины. Если на площадкѣ желаемъ сдѣлать одинъ шагъ, то надобно дать длинѣ ея величину, равную одному шагу съ прибавкою ширины ступени. Означимъ, чер. 1672 (текстъ), чрезъ 1 и 3 средину правой



Чер. 1670.

Чер. 1672.

Чер. 1671.

Чер. 1673.

Чер. 1674.

ноги человѣка, входяшаго на лѣстницу, а чрезъ 2 и 4 — средину лѣвой ноги (точки 1 и 4 находятся на срединѣ ширины ступеней). Изъ чертежа видно, что длина площадки равна $\frac{1}{2}a + b + \frac{1}{2}a = b + a$, гдѣ b обозначаетъ величину шага, дѣлаемаго по горизонтальной плоскости, а a—ширину ступени. Если на площадкѣ желаемъ сдѣлать n шаговъ, то длина площадки, измѣренная по линіи всхода, должна быть $nb + a$.

e) Для безопасности ходяшихъ по лѣстницамъ устраиваются *перила*. Чтобы облегчить всходъ и сходъ въ щеко-

выхъ плоскостяхъ лѣстницы дѣлаютъ *поручни* на высотѣ отъ ступеней въ 19 вершковъ, прикрѣпляемые къ стѣнамъ, чер. 1673 (текстъ), или къ верху перилъ. Поручни, лежащіе на перилахъ площадки и на перилахъ, ограждающихъ маршъ, сопрягаются кривою частью *bm*, чер. 1674 (текстъ). Для начертанія этой кривой отложимъ на высоту поручня *ab* у нижней площадки 19 вершковъ и проведемъ горизонтальную линію *bd*. Потомъ отъ площадки первой ступени отложимъ 19 вершковъ на линіи *nm* и проведемъ линію *mp* параллельную линіи *nq*, которая проходитъ черезъ верхнія точки всѣхъ подступенекъ. Линія *mp* сопрягается съ линіею *db* посредствомъ кривой *bm*.

Поручни лучше всего дѣлать изъ твердаго дерева.

§ **148**. Проектируя лѣстницу, нужно имѣть въ виду слѣдующія условія:

1) Каждая лѣстница должна имѣть у входа и выхода, т. е. въ началѣ и въ концѣ, по площадкѣ.

2) Для отдыха всходящихъ и безопасности сходящихъ необходимо чрезъ каждыя 10, 15 или 20 ступеней помѣщать промежуточныя площадки.

3) Въ лѣстницахъ съ поворотами разстояніе между маршами, находящимися одинъ надъ другимъ, должно быть надлежащей величины для свободнаго прохода, т. е. не менѣе 3 аршинъ.

4) Лѣстницы и площадки должны имѣть одинаковую ширину по цѣлому протяженію линіи всхода. Это условіе, отъ котораго часто отступаютъ при построеніи парадныхъ лѣстницъ, непремѣнно должно быть соблюдаемо въ лѣстницахъ, по которымъ придется проходить одновременно большому числу людей, какъ напримѣръ, въ мѣстахъ публичиыхъ зрѣлищъ или въ общественныхъ собраніяхъ.

5) Лѣстницы должны быть достаточно освѣщены окнами; въ случаѣ невозможности помѣщенія ихъ въ стѣнахъ клѣтки лѣстницы могутъ быть освѣщаемы сверху посредствомъ отверстій, продѣлываемыхъ въ потолкахъ и кровляхъ строенія.

Для примѣненія выведенныхъ выше формулъ при разсчетѣ лѣстницъ разрѣшимъ нѣсколько примѣровъ слѣдующей задачи:

Въ данной клѣткѣ расположить лѣстницу при данныхъ условіяхъ.

Вопросъ этотъ встрѣчается каждый разъ, когда для лѣстницъ назначены мѣста опредѣленныхъ размѣровъ. Выборъ системы, по которой слѣдуетъ расположить лѣстницу въ данной клѣткѣ, зависитъ отъ многихъ обстоятельствъ, какъ то: отъ формы, величины и устройства самой клѣтки; наконецъ на способъ расположенія имѣютъ вліяніе окна, освѣщающія лѣстницу и двери, назначенныя для сообщенія прочихъ частей строенія съ клѣткою.

Поэтому невозможно дать точныхъ правилъ для каждаго изъ множества случаевъ, встрѣчающихся въ практикѣ; настоящій вопросъ рѣшается соображеніемъ и опытностью строителя. При составленіи исполнительныхъ проектовъ необходимо, кромѣ общаго расположенія лѣстницъ, показать со всею точностью размѣры всѣхъ частей лѣстницы, т. е. маршей, площадокъ и ступеней въ каждомъ маршѣ.

Примѣръ I. Дана клѣтка, чер. 1675 (текстъ), длиною 9 аршинъ и шириною 6 арш. Лѣстница должна быть въ два этажа; первый изъ нихъ, вмѣстѣ съ поломъ второго, имѣетъ высоту 4 арш. 8 верш.; высота второго этажа, съ поломъ третьяго, 6 арш. 4 верш.; требуется устроить чистую лѣстницу шириною въ 2½ арш.

Мы видѣли, что величина площадокъ равняется ширинѣ лѣстницы; слѣдовательно для настоящаго случая она будетъ 2½ арш. Итакъ, на планѣ данной клѣтки *ABCD* отложимъ отъ всѣхъ 4 стѣнъ по 2½ арш. и проведемъ линіи *ab*, *cd*, *ef*, *gh*. Пространства x и x' можно занять маршами; но такъ длина ихъ обоихъ равна 8 арш., а при чистыхъ лѣстницахъ этому основанію соотвѣтствуетъ вдвое меньшая высота, т. е. 4 арш., то по этимъ двумъ маршамъ нельзя подняться во второй этажъ, возвышенный на 4 арш. 8 верш., не употребивъ еще промежуточнаго марша x'', котораго длина (1 арш.) соотвѣтствуетъ высотѣ 8 верш. На плоскости, находящейся въ уровень съ поломъ каждаго этажа, располагается обыкновенно площадка во всю ширину лѣстницы для того, чтобы имѣть возможность помѣстить на ней нѣсколько дверей, ведущихъ въ различные отдѣлы этажа. Для второго этажа нужно подняться на высоту 6 арш. 4 верш.; слѣдовательно при той же системѣ расположенія маршей необходимы 3 марша по 4 арш. длины, чтобы подняться на высоту 6 арш. и еще одинъ промежуточный маршъ, который при высотѣ въ 4 верш. потребуетъ ½ арш. основанія. Для избѣжанія мелкаго марша (въ ½ арш. основанія) возьмемъ только три большіе марша: 4, 5 и 6-й.

Размѣры ступеней въ 1-мъ и 3-мъ маршѣ, у которыхъ основаніе 4 арш. или 64 верш., а высота 2 арш. или 32 верш., чер. 1675 (текстъ), опредѣляются слѣдующимъ образомъ: По формулѣ:

$m = \frac{2H + G}{13}$ имѣемъ, что число ступеней

$m = \frac{2 \cdot 32 + 64}{13} = 9^{11}/_{13} > 9^{1}/_{2}$.

И такъ число ступеней будетъ 10, а настоящіе размѣры ступеней

$$\text{высота } b = \frac{H}{m} = \frac{32 \text{ вер.}}{10} = 3^{1}/_{5} \text{ верш.};$$

$$\text{ширина } a = \frac{G}{m - 1} \frac{64 \text{ вер.}}{10 - 1} = 7^{1}/_{9} \text{ верш.}$$

Впрочемъ число ступеней можетъ быть въ этомъ случаѣ опредѣлено гораздо проще, а именно: мы знаемъ, что въ чистой лѣстницѣ въ одномъ аршинѣ подъема заключается 5 ступеней; слѣдовательно въ 2 аршинахъ будетъ 10 ступеней.

Второй маршъ, чер. 1675 (текстъ) имѣетъ основаніе 1 арш. или 16 верш.; а подъемъ $^{1}/_{2}$ арш.=8 верш. Вычисляя также, какъ показано выше, получимъ $m = 2^{6}/_{13} < 2^{1}/_{2}$; слѣдовательно число ступеней должно быть 2.

Размѣры ступеней будутъ $b = \frac{H}{m} = 4$ вер., $a = \frac{G}{m - 1} = 16$ вер.

Такъ какъ этотъ маршъ имѣетъ мало ступеней, то измѣненіе уравненія (1) въ (1') (о которомъ выше говорено) можетъ имѣть значительное вліеніе на точность размѣровъ ступеней и поэтому надобно повѣрить найденные размѣры. Вставимъ найденныя величины въ уравненіе (2)

$$a + 2b = 16 + 2 \cdot 4 = 24 \text{ вер.}$$

Очевидно, что условіе (2) не выполнено, потому что $a + 2b$ не должно быть болѣе 14 верш., между тѣмъ какъ въ этомъ случаѣ отступленіе отъ величины шага значительно. Но если мы, вмѣсто найденной величины для m равной $2^{6}/_{13}$, примемъ цѣлое число непосредственно больше его, т. е. 3, то получится:

$$b = \frac{H}{3} = \frac{8 \text{ вер.}}{3} = 2^{2}/_{3} \text{ вер.}, \quad a = \frac{G}{2} = 8 \text{ верш.}$$

$$a + 2b = 8 + 2\,(^{8}/_{3}) = 13^{1}/_{3} \text{ верш.}$$

Такимъ образомъ уравненіе (2) будетъ удовлетворено съ достаточною точностью.

Для опредѣленія размѣровъ 4, 5 и 6 маршей замѣтимъ, что высоты ихъ равны между собою, а именно, что

$$H = \frac{6 \text{ арш.} + 4 \text{ верш.}}{3} = 33^1/_3 \text{ вер.},$$

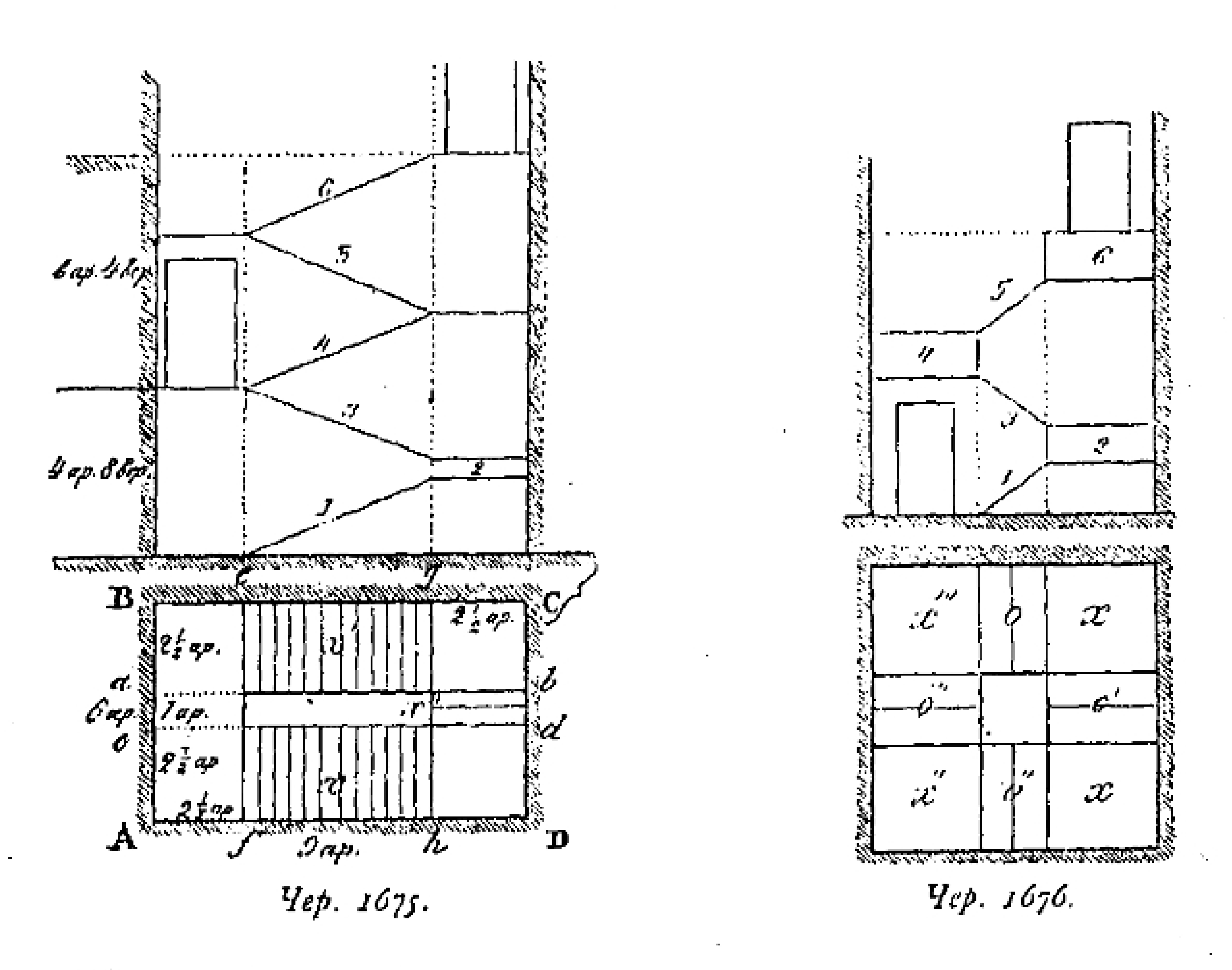
а $G = 4$ арш. $= 64$ вер., откуда

$$m = \frac{2H + G}{13} = \frac{2 \cdot 33^1/_3 + 64}{13} = 10^3/_{26} < 10^1/_2$$

Стало быть число ступеней будетъ 10.

Высота ступеней $b = \frac{H}{m} = \frac{33^1/_3}{10} = 3^1/_3$.

Ширина ступеней $a = \frac{G}{m - 1} = \frac{64}{9} = 7^1/_9$ верш.



Чер. 1675.

Чер. 1676.

Примѣръ II. Дана клѣтка шириною и длиною 4 аршина; высота этажа вмѣстѣ съ толщиною пола также 4 аршина; требуется построить черную лѣстницу, чер. 1676 (текстъ).

Для черной лѣстницы достаточна ширина въ $1^1/_2$ арш.; отложимъ эту мѣру отъ всѣхъ четырехъ стѣнъ и проведемъ линіи параллельныя стѣнамъ. Мѣста o, o', o''... могутъ быть заняты маршами, а квадраты x, x', x''... останутся для площадокъ. Такъ какъ въ черной лѣстницѣ основаніе маршей должно быть равно $1^1/_2$ ихъ высоты, то для подъема на 4 аршина высоты надобно имѣть въ основаніи маршей 6 аршинъ; а такъ какъ длина каждаго марша равна 1 аршину, то придется занять шесть маршей.

Каждый маршъ будетъ имѣть основаніе равное 16 вершкамъ, а высоту $^4/_9$ арш. $= 10^2/_3$ верш. Такъ какъ высота ступеней въ черной лѣстницѣ равна 4 верш., то очевидно, что въ высотѣ $= 10^2/_3$ верш. будетъ 3 ступени. Отсюда $b = \frac{H}{m} = \frac{10^2/_3}{3} = 3^5/_9$ верш. а ширина $a = \frac{G}{m-1} = \frac{16}{2} = 8$ верш.

Повѣрка даетъ $a + 2b = 8 + 2(3^5/_9) = 15^1/_9$ верш.

Но надо обратить вниманіе на то, что разстояніе между первымъ и пятымъ маршами равно $^2/_3$ 4 арш. $= 2^2/_3$ арш. и что, отнявъ еще отъ этого $^1/_2$ арш. для толщины лѣстницы, получимъ всего $2^1/_6$ арш., что недостаточно для прохода людей. Для увеличенія этого разстоянія должно уничтожить нѣкоторые марши и вмѣсто нихъ на площадкахъ помѣстить забѣжныя ступени въ замѣнъ тѣхъ, которыя находились въ маршахъ. Длина линіи всхода по срединѣ площадки, имѣющей ширину $1^1/_2$ арш., опредѣлится по формулѣ:

$$\frac{2\pi r}{4} = \frac{2 \cdot \frac{22}{7} \cdot {}^3/_4}{4} = \frac{33}{28} = 1^5/_{28} \text{ арш.}$$

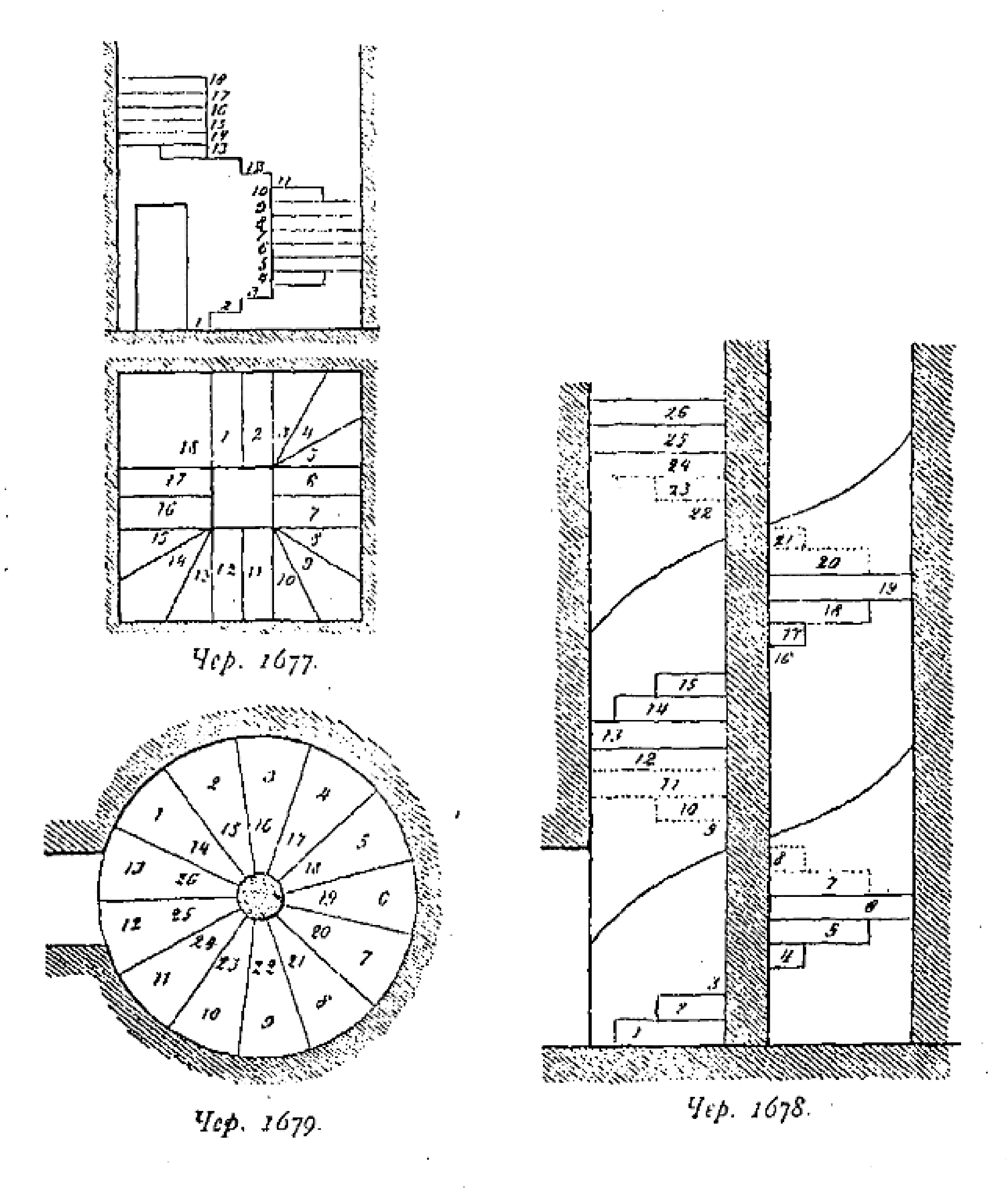
или около 19 вершковъ. Слѣдовательно на площадкѣ можно умѣстить 3 ступени, которыя будутъ имѣть въ ширину почти 6 верш., считая по линіи всхода. Изъ этихъ 3 ступеней нижняя принадлежитъ предъидущему маршу и поэтому забѣжныя ступени, находящіяся на одной площадкѣ, поднимаютъ насъ на 8 вершковъ. Если уничтожимъ два марша (6 ступеней), то надобно занять 3 площадки для того, чтобы лѣстница имѣла высоту 4 аршина и была удобна для хода. Лѣстница при этомъ расположеніи будетъ имѣть видъ, показанный на чер. 1677 (текстъ).

Примѣръ III. Дана круглая клѣтка 3 аршина въ діаметрѣ; высота этажа 6 арш. и 5 верш.; требуется устроить винтовую лѣстницу шириною въ $1^1/_2$ аршина, чер. 1678—1679 (текстъ).

Такъ какъ винтовыя лѣстницы несовсѣмъ удобны для всхода и устраиваются въ крайнихъ случаяхъ, т. е. при тѣснотѣ мѣста, то онѣ обыкновенно не имѣетъ площадокъ. Винтовая линія всхода можетъ имѣть нѣсколько оборотовъ. Число ихъ легко опредѣлить слѣдующихъ образомъ: для настоящаго случая кривая всхода проектируется горизонтально въ кругъ, котораго радіусъ $^3/_4$ арш. слѣдовательно длина окружности $2\pi r = 2 \cdot {}^{22}/_7 \cdot {}^3/_4 = {}^{33}/_7$ арш. Предположимъ, что скатъ лѣстницы долженъ имѣть $1^1/_2$ основанія на 1 высоту и опредѣлимъ число оборотовъ, отыскивая сколько разъ нужно повторить $^{33}/_7$ для полученія $6^5/_{16}$, помноженнаго на $1^1/_2$, что можно выразить равенствомъ $x^{33}/_7 = 1^1/_2 \cdot 6^5/_{16}$, откуда $x = 2^5/_{352}$. Малую дробь отбрасываемъ и винтъ нашъ будетъ о двухъ оборотахъ. Число ступеней во всемъ маршѣ опредѣлится на основаніи тѣхъ же правилъ, какъ и въ прямыхъ лѣстницахъ по формулѣ:

$$m = \frac{2H + G}{14}.$$

Можно опредѣлить его еще проще слѣдующимъ образомъ: при полуторномъ основаніи марша высота ступени равняется 4 вершкамъ, слѣдовательно въ 6 арш. и 5 верш. будетъ заключаться полнымъ числомъ 25 ступеней. Но дабы въ каждомъ оборотѣ винта было полное число ступеней, можно положить, что всѣхъ ступеней 26. Лѣстница будетъ имѣть видъ, показанный на чер. 1678—1679 (текстъ).



Чер. 1677.

Чер. 1679.

Чер. 1678.

§ 149. а) **Каменныя лѣстницы.** При устройствѣ каменныхъ лѣстницъ надо принять въ соображеніе два случая: 1) когда мы имѣемъ тесовый камень такой величины, какой требуютъ размѣры лѣстницы; 2) когда на лѣстницы надобно употре-

бить мелкій матеріалъ, напримѣръ, кирпичъ или бутовой камень малыхъ размѣровъ.

Лѣстницы изъ тесоваго камня очень прочны и красивы. Камень не долженъ быть ни слишкомъ мягокъ, потому что ступени скоро сотрутся, не слишкомъ твердъ, потому что ступени, изъ него сдѣланныя, будутъ скользки. Для избѣжанія этого послѣдняго неудобства ихъ никогда не полируютъ, а въ верхней поверхности ступеней изъ очень твердаго камня, какъ, напримѣръ, изъ порфира, гранита и т. п., не допускается не только шлифовки, но даже самой мелкой наковки. Впрочемъ шероховатость, придаваемая новой лѣстницѣ, скоро уничтожается и тогда надобно покрывать лѣстницы коврами, укрѣпленными къ подступенькамъ. Съ другой стороны замѣтимъ, что каменотесныя лѣстницы вообще дорого обходятся и требуютъ для исполненія ихъ искусныхъ мастеровъ.

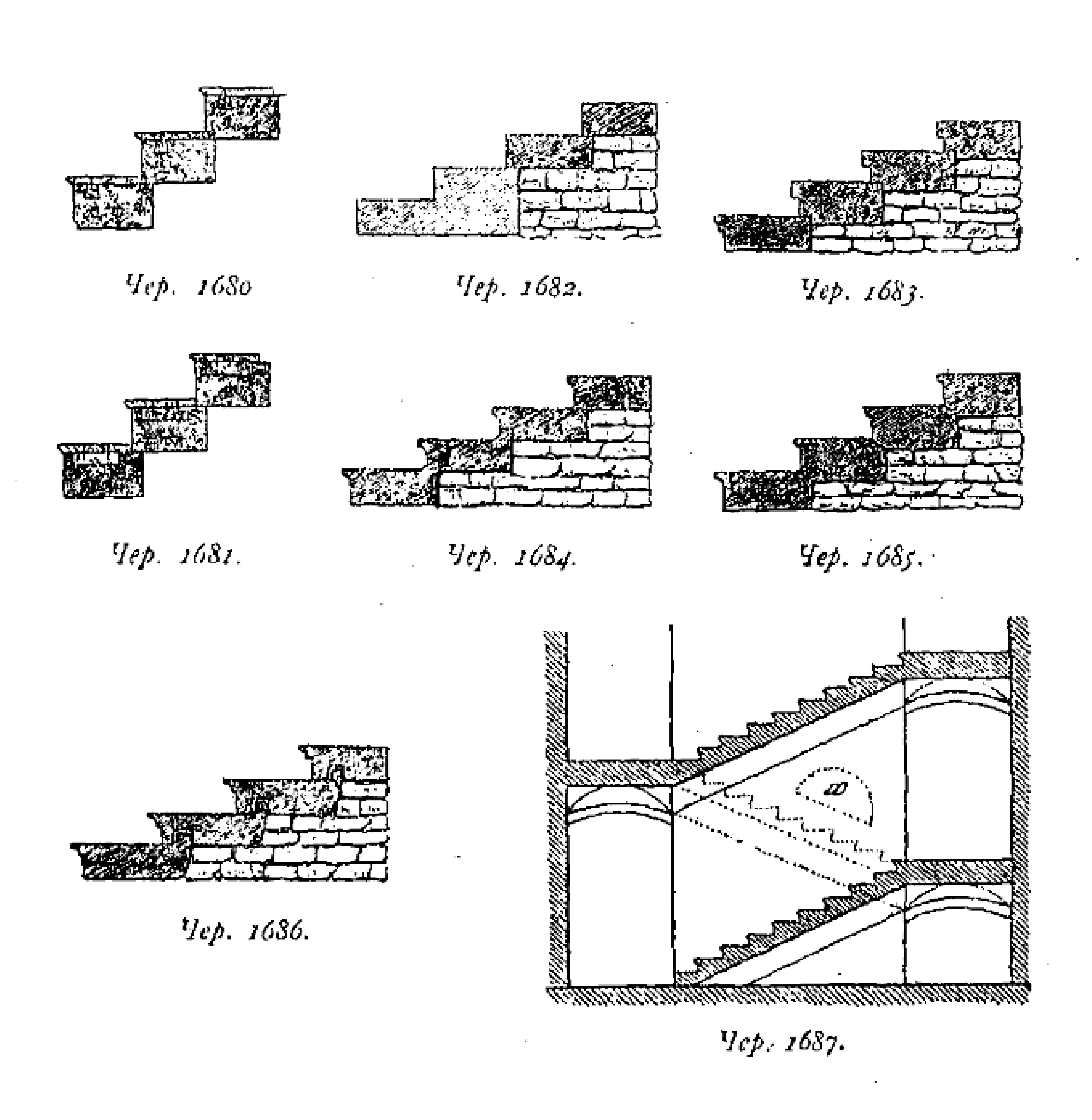
Въ томъ случаѣ, когда нужно устроить несгораемую лѣстницу съ возможно меньшими издержками, условію этому удовлетворитъ лѣстница изъ мелкаго каменнаго матеріала, у котораго ступени покрыты лещадками, обходящимися всего дешевле въ данной мѣстноети. Нельзя не замѣтить, однакожъ, что наружныя лѣстницы, ничѣмъ ие защищенныя отъ разрушительнаго дѣйствія атмосферныхъ перемѣнъ, должны быть дѣлаемы изъ камней по возможности большихъ измѣреній, потому что въ противномъ случаѣ, т. е. при употребленіи мелкаго матеріала, лѣстница потребуетъ постоянныхъ починокъ.

Каменныя лѣстницы изъ мелкаго матеріала (каменьщичьи лѣстницы). Положимъ, что намъ дано построить прямую лѣстницу объ одномъ маршѣ. Это самый простѣйшій случай. Приготовивъ каменную массу—сплошную или облегченную сводами, чер. 1525 (атласъ), обдѣлаемъ верхнюю поверхность ея уступами и положимъ на нихъ ступени, которыя могутъ быть составлены различнымъ образомъ, а именно:

a) Изъ ряда кирпичей, поставленныхъ ребромъ. Такое положеніе дается кирпичамъ для того, чтобы они имѣли по возможности большую площадь соприкасанія съ окружаю-

щею ихъ каменною массою и крѣпче въ ней держались. Но не смотря на это они легко выпадаютъ и кромѣ того скоро и неравномѣрно стираются; вотъ причины, по которымъ подобное устройство ступеней не должно быть допускаемо.

b) Приготовленные изъ кирпича уступы могутъ быть покрыты деревянною доскою (въ 1½ дюйма); тогда всѣ упо-



Чер. 1680 Чер. 1682. Чер. 1683.

Чер. 1681. Чер. 1684. Чер. 1685.

Чер. 1686. Чер. 1687.

мянутыя выше неудобства будутъ устранены. Несгораемость лѣстницы не уничтожится отъ небольшого количества дерева, употребленнаго на одежду ступеней, потому что куски досокъ, вдѣланные въ каменную кладку, не легко загораются. Даже предположивъ, что всѣ они въ одно время начнутъ

тлѣть, можно будетъ сойти по лѣстницѣ безъ всякой опасности. Доски укрѣпляютъ неподвижно, или впуская концы ихъ въ стѣнки, выводимыя по щекамъ лѣстницы; или прикрѣпляя ихъ винтами къ *кобылкамъ*, заложеннымъ въ уступы, составляющіе основаніе ступеней, чер. 1680—1681 (текстъ). Кромѣ того, каждая доска впускается на глубину около дюйма подъ основаніе ступени, лежащей выше, чер. 1680 (текстъ).

c) Поверхность ступеней можетъ быть покрыта каменными или чугунными лещадками. Длина этихъ лещадокъ обыкновенно равна ширинѣ лѣстницы; только при очень широкихъ лѣстницахъ допускаются лещадки, составленныя изъ частей. Лещадки укрѣпляютъ подливкою на известковомъ растворѣ, задѣлкою концовъ въ стѣнки и наконецъ тѣмъ, что заднее продольное ребро лещадки нажимается основаніемъ ступени, непосредственно выше ея лежащей, чер. 1682—1686 (текстъ).

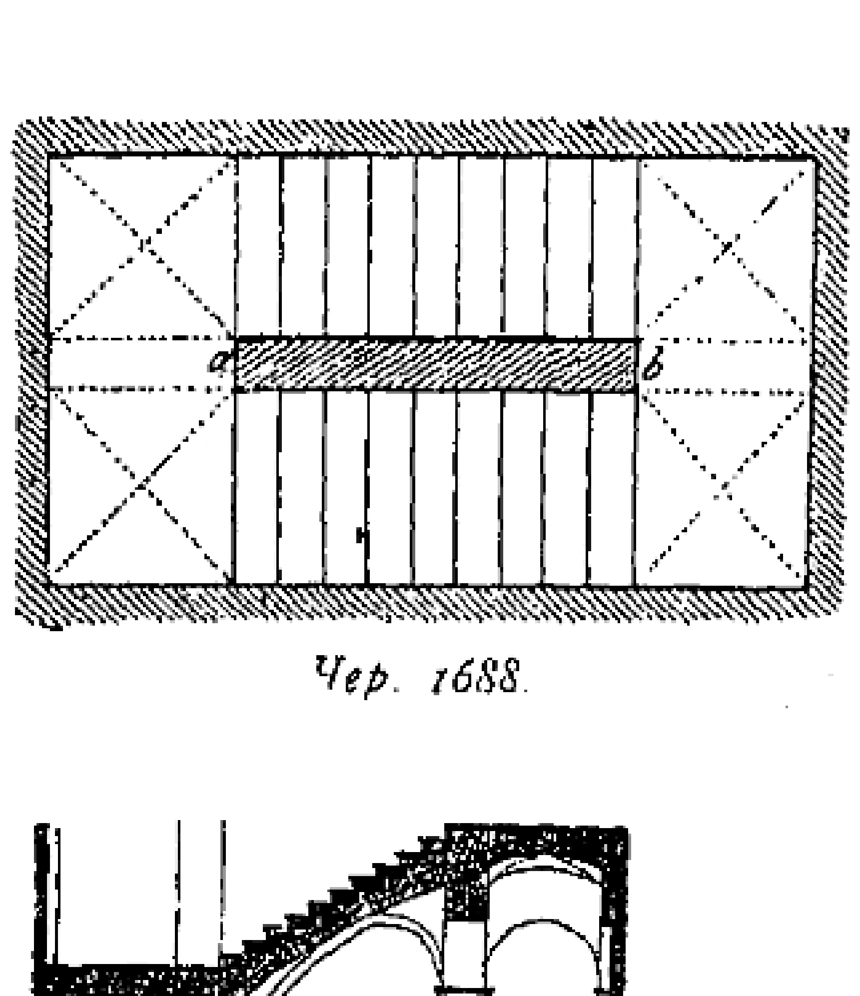
Вся одежда ступеней покрывается во время работы кусками получистыхъ досокъ для того, чтобы отдѣлаиная верхняя поверхность не испортилась при ноской матеріаловъ. Лѣстницы на каменныхъ массахъ, сплошныхъ или облегченныхъ арками (опирающимися на стѣнкахъ, которыя выведены по ширинѣ лѣстницы), могутъ имѣть произвольную ширину, но только въ такихъ случаяхъ, когда марши лѣстницы не расположены одни подъ другими.

d) Въ лѣстницахъ съ маршами, расположенными одинъ подъ другимъ, поддерживающіе ихъ своды должны быть устроены такъ, чтобы снизу маршей были свободны проходы; этой цѣли удовлетворяютъ *сходящіе* и *ползучіе* своды. Для первыхъ изъ нихъ нужны опорныя стѣнки или столбы, помѣщенные внутри клѣтки: при сводахъ втораго рода лѣстницы могутъ сдѣланы *висячими*.

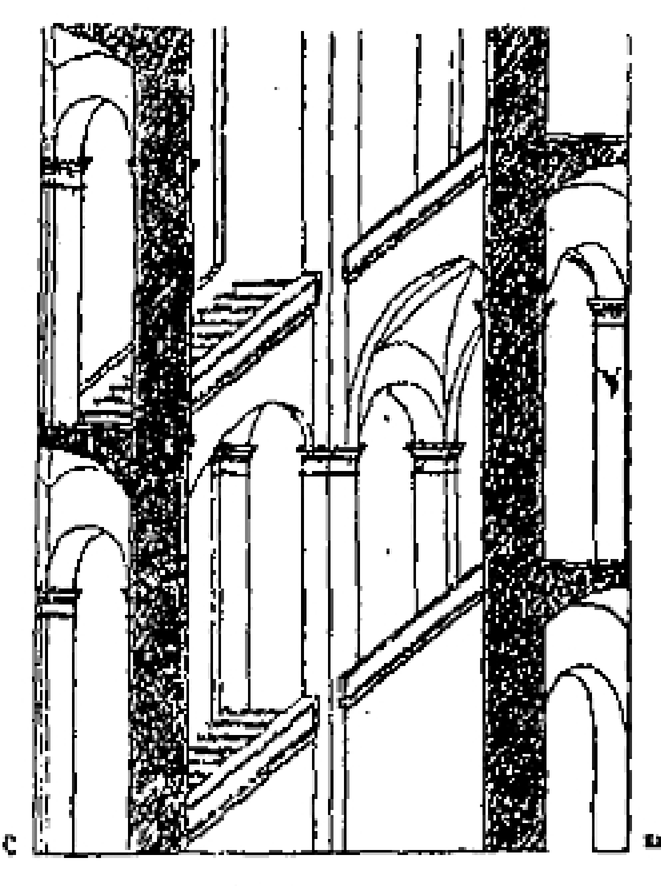
На чер. 1687—1688 (текстъ) показана лѣстница, которой ступени настланы по хребтамъ *коробчатыхъ сходящихъ* сводовъ: ихъ поддерживаетъ особая стѣна *ab*. Каждая площадка поддержана двумя крестовыми сводами, которые раздѣляются подпружинами, проведенными на продолженіе стѣнки *ab*. Лѣстницы подобнаго устройства неудобны тѣмъ, что худо освѣщаются по причинѣ препятствія, представляемаго сплош-

ною стѣною *ab*. Для устраненія этого неудобства дѣлаютъ въ стѣнѣ *ab* отверстія *x*, имѣющія форму ползучихъ арокъ.

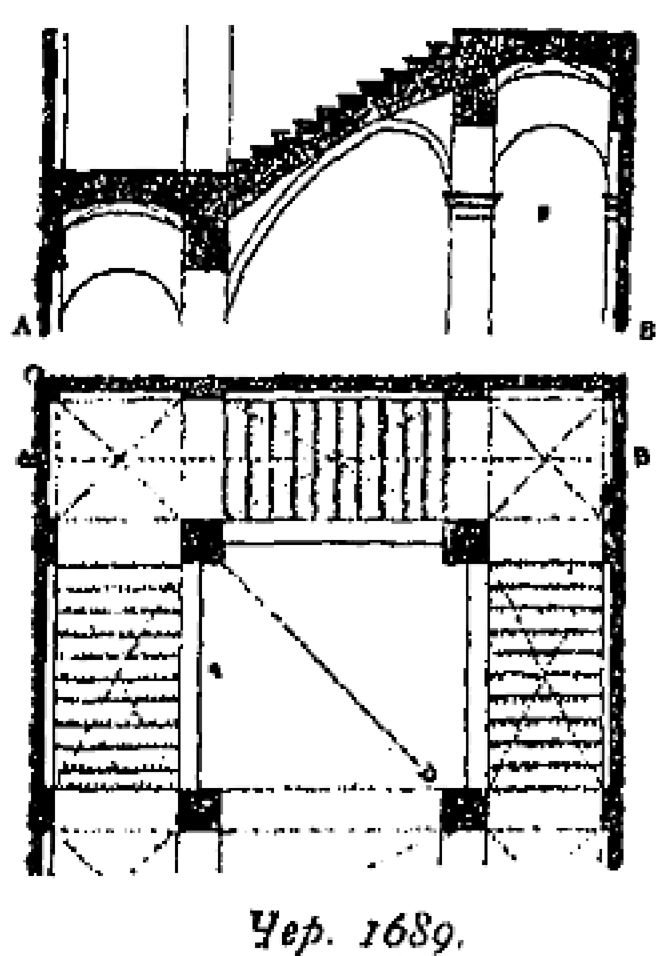
За направляющія сводовъ обыкновенно берутся круговыя дуги, у которыхъ стрѣлы (или подъемы) равны отъ $^1/_5$ до $^1/_8$ отверстія. При такихъ направляющихъ и при ширинѣ



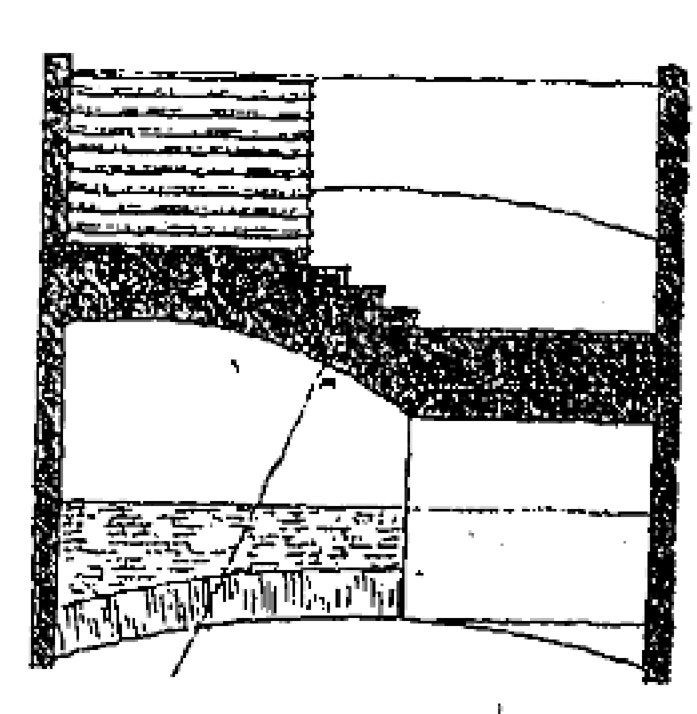
Чер. 1688.



Чер. 1690.



Чер. 1689.

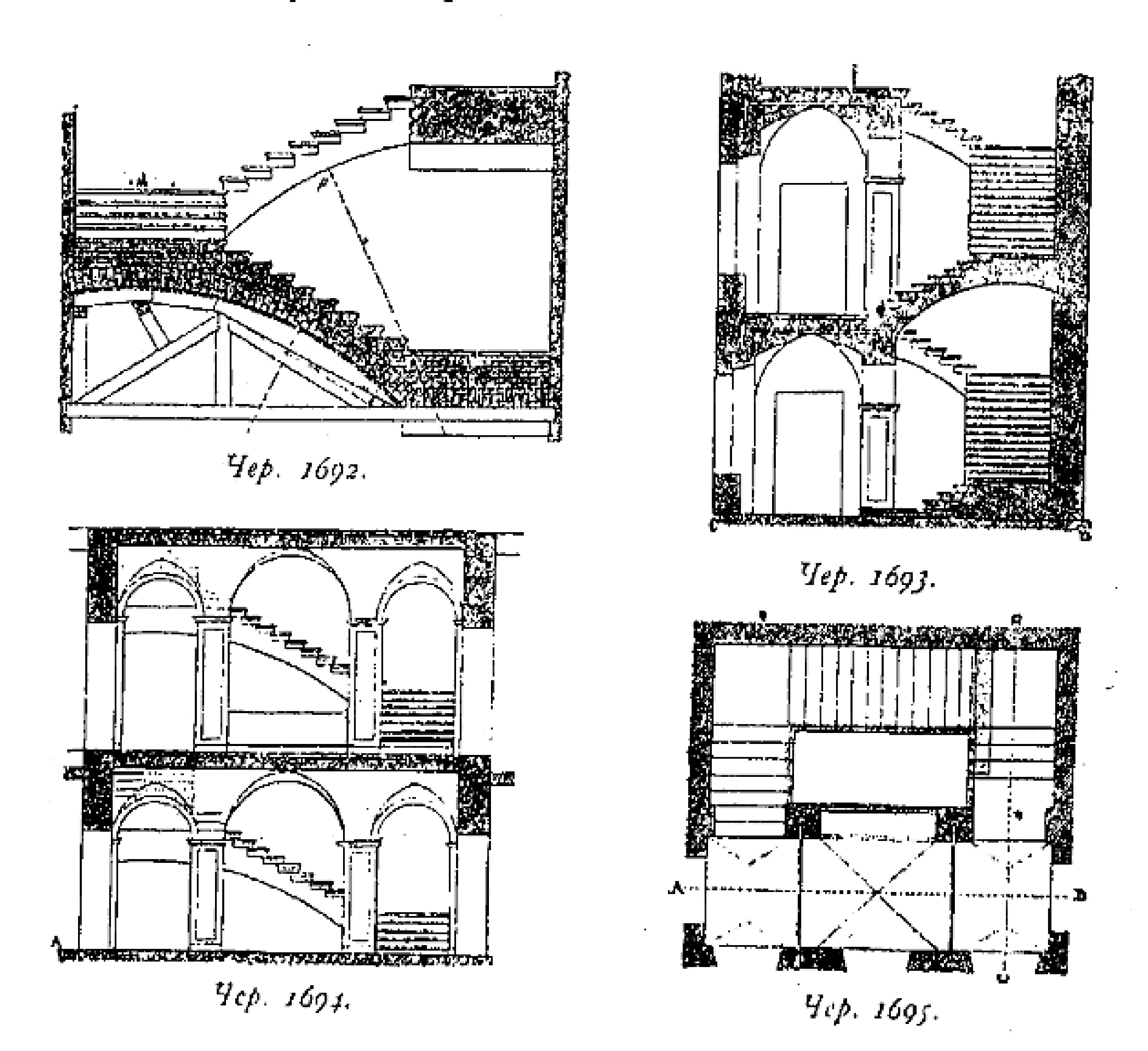


Чер. 1691.

лѣстницы не болѣе 2 аршинъ сводъ дѣлается въ полкирпича. При ширинѣ до 5 аршинъ или при очень пологихъ направляющихъ даютъ сводамъ толщину въ 1 кирпичъ, и кромѣ того пологіе своды скрѣпляютъ желѣзными связями. Стѣнка *ab* дѣлается толщиною въ первомъ случаѣ въ 2, а во второмъ въ $2^1/_2$ кирпича.

Если вмѣсто площадки надобно будетъ употребить забѣжныя ступени, чер. 1671 (текстъ), то, округливъ мѣсто, занимаемое этими ступенями, устроимъ *винтово-кольцевой сводъ,* произведенный движенiемъ направляющей *acb*.

Для поддержанiя маршей можно употребить *сходящiе крестовые* или *сходящiе парусные своды,* чер. 1670 (текстъ). Давленiе ихъ будетъ передаваемо столбамъ и стѣнамъ клѣтки.



Чер. 1692.

Чер. 1693.

Чер. 1694.

Чер. 1695.

На чер. 1689 (текстъ) показано подобное устройство лѣстницъ на четырехъ внутреннихъ столбахъ; чер. 1690 (текстъ) изображаетъ дiагональный разрѣзъ лѣстницы.

Висячiя лѣстницы на ползучихъ сводахъ. На чер. 1691—1692 (текстъ) представленъ примѣръ подобной лѣстницы. По ширинѣ клѣтки перекинуты плоскiя коробчатыя арки *a* и *a'*, а на нихъ уперты ползучiе коробчатые своды *n*, *m* и *p*,

которыхъ направляющія — плоскія дуги, центры которыхъ взяты на перпендикулярахъ, возстановленныхъ къ половинѣ наклонныхъ линій маршей. Ползучій сводъ *n* опирается на сводъ *a* и стѣнку клѣтки. Ползучій сводъ *m* опирается на предыдущій ползучій сводъ *n* и стѣну клѣтки. Наконецъ наклонный сводъ *p* опирается на своды *m* и *a'*. Изъ чертежа видно, какую толщину долженъ имѣть каждый сводъ, дабы на немъ могли помѣститься пяты ползучаго свода.

На чер. 1693—1695 (текстъ) показанъ видъ лѣстницы, у которой широкія площадки, помѣщенныя на продолженіи корридоровъ, покрыты сводами, поддержанными, кромѣ стѣнъ клѣтки, еще двумя столбати. Марши лѣстницы сдѣланы висячіе на ползучихъ сводахъ.

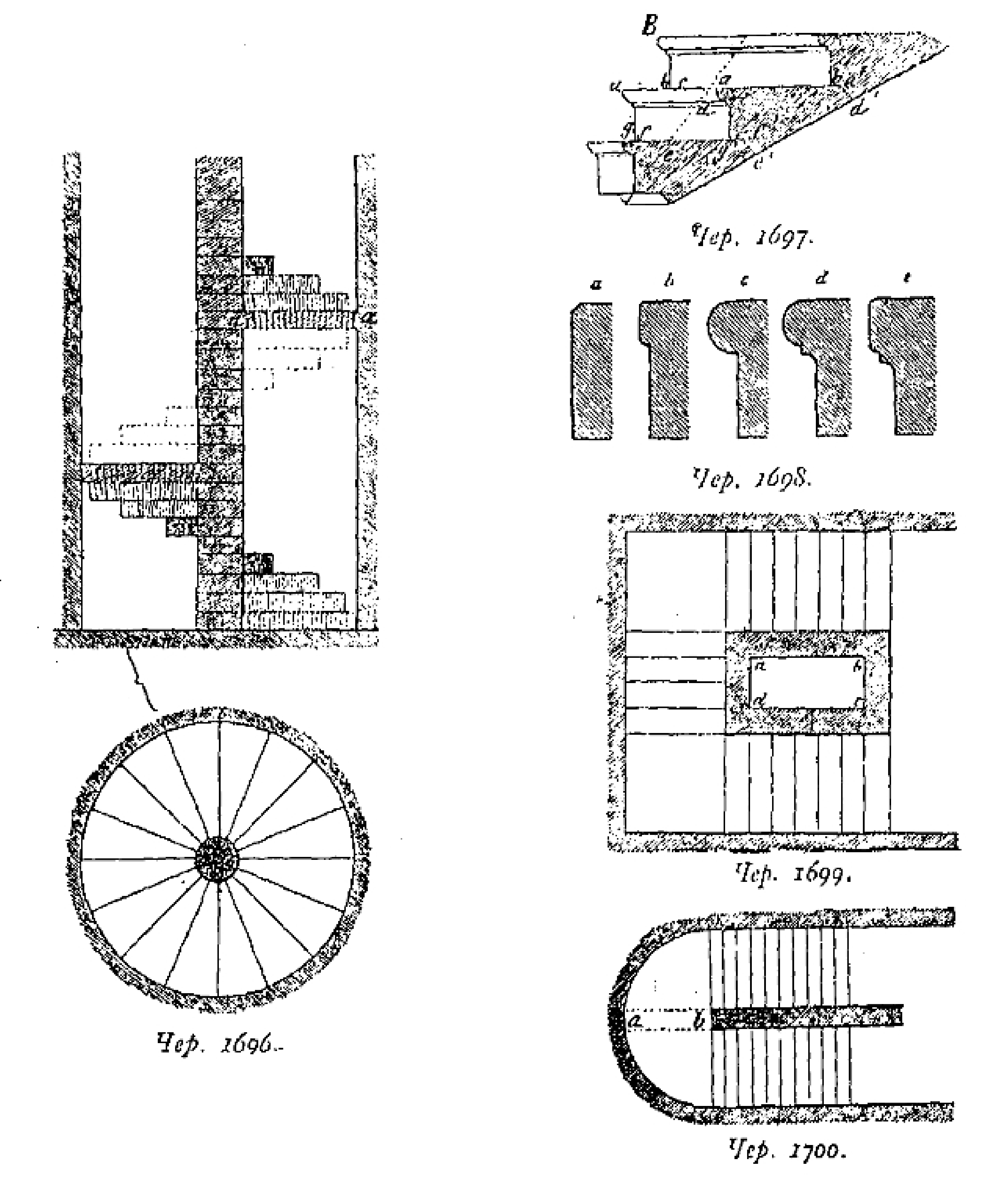
Винтовыя лѣстницы большихъ размѣровъ обыкновенно устраиваются на винтово-кольцевомъ сводѣ. Чер. 1696 (текстъ) изображаетъ замѣчательное устройство винтовой лѣстницы, гдѣ каждая ступень составлена изъ плоскихъ кирпичныхъ перемычекъ, упирающихся концами на пяты *a a*, которыя выдаются изъ стѣнъ клѣтки и изъ срединнаго столба. Каждая перемычка поддерживается еще перемычкою, лежащею подъ нею. Ступени могутъ быть одѣты деревянными досками.

Каменотесныя лѣстницы (изъ тесоваго камня). Надобно замѣтить, что каменотесная работа необходима и при прежде разсмотрѣнныхъ лѣстницахъ въ томъ случаѣ, когда для покрытія ступеней будутъ употреблены каменныя лещадки; но такъ какъ въ этомъ случаѣ лещадки поддерживаются сводами и могутъ быть замѣнены чугунными или деревянными досками, то по необходимости лѣстницы этого вида надо было отнести къ предыдущему разряду. Здѣсь подъ названіемъ *каменотесныхъ* лѣстницъ мы будемъ подразумѣвать такія, въ которыхъ тесовый камень составляетъ главный матеріалъ.

Ступени, вытесанныя изъ толстыхъ каменныхъ штукъ, настилаются на подбутовку различнымъ образомъ.

Чер. 1682 (текстъ) представляетъ самый простой способъ подобной настилки. Каждая ступень прикрыта верхнею ступенью на одинъ или на два вершка. Неудобство этого спо-

соба состоитъ въ томъ, что ступени легко выходятъ изъ своихъ мѣстъ и это особенно часто случается въ наруж-



Чер. 1696.

Чер. 1697.

Чер. 1698.

Чер. 1699.

Чер. 1700.

ныхъ крыльцахъ отъ замерзанія воды, попадающей за ступени.

Можно отстранить это неудобство притескою, какъ показано на чер. 1683 (текстъ), но не вполнѣ, потому что

вода можетъ проникать за ступени, особенно при устройствѣ, показанномъ на чер. 1684 (текстъ). Притеска, изображенная на чер. 1685 (текстъ), не имѣетъ подобныхъ неудобствъ, но за то устройство, показанное на чер. 1686 (текстъ), требуетъ весьма трудной тески.

Если есть камни большихъ измѣренiй, то весьма выгодно для наружныхъ лѣстницъ вытесывать изъ одного камня по нѣскольку ступеней, чер. 1682 (текстъ).

Если каменныя ступени снизу открыты, то для уменьшенiя вѣса лѣстницы и для того, чтобы придать нижней поверхности ея красивый видъ, ступени стесываютъ подъ наклонную плоскость, чер. 1697 (текстъ).

Наружная кромка подступеньки каменныхъ ступеней дѣлается въ случаѣ очень твердаго камня, напр. гранита въ видѣ двухъ перпендикулярныхъ линiй, чер. 1698 *a* (текстъ). Ступени изъ песчаника имѣютъ видъ, показанный на чер. 1698 *b* (текстъ), въ мраморныхъ и плитныхъ — наружное ребро обдѣлывается обыкновенно обломами, чер. 1698 *c*, *d*, *e*, (текстъ).

Каменныя ступени, имѣя значительную толщину, могутъ быть достаточно поддержаны своими оконечностями. Отъ способа укрѣпленiя концовъ происходятъ различные виды этого рода лѣстницъ, а именно:

1) Лѣстницы, у которыхъ оба конца ступеней вдѣланы въ стѣны, идущiя по направленiю щекъ ея.

2) Лѣстницы, у которыхъ ступени вдѣланы въ стѣну клѣтки только однимъ концомъ.

3) Лѣстницы, у которыхъ концы ступеней поддержаны каменными балками или *тетивами*.

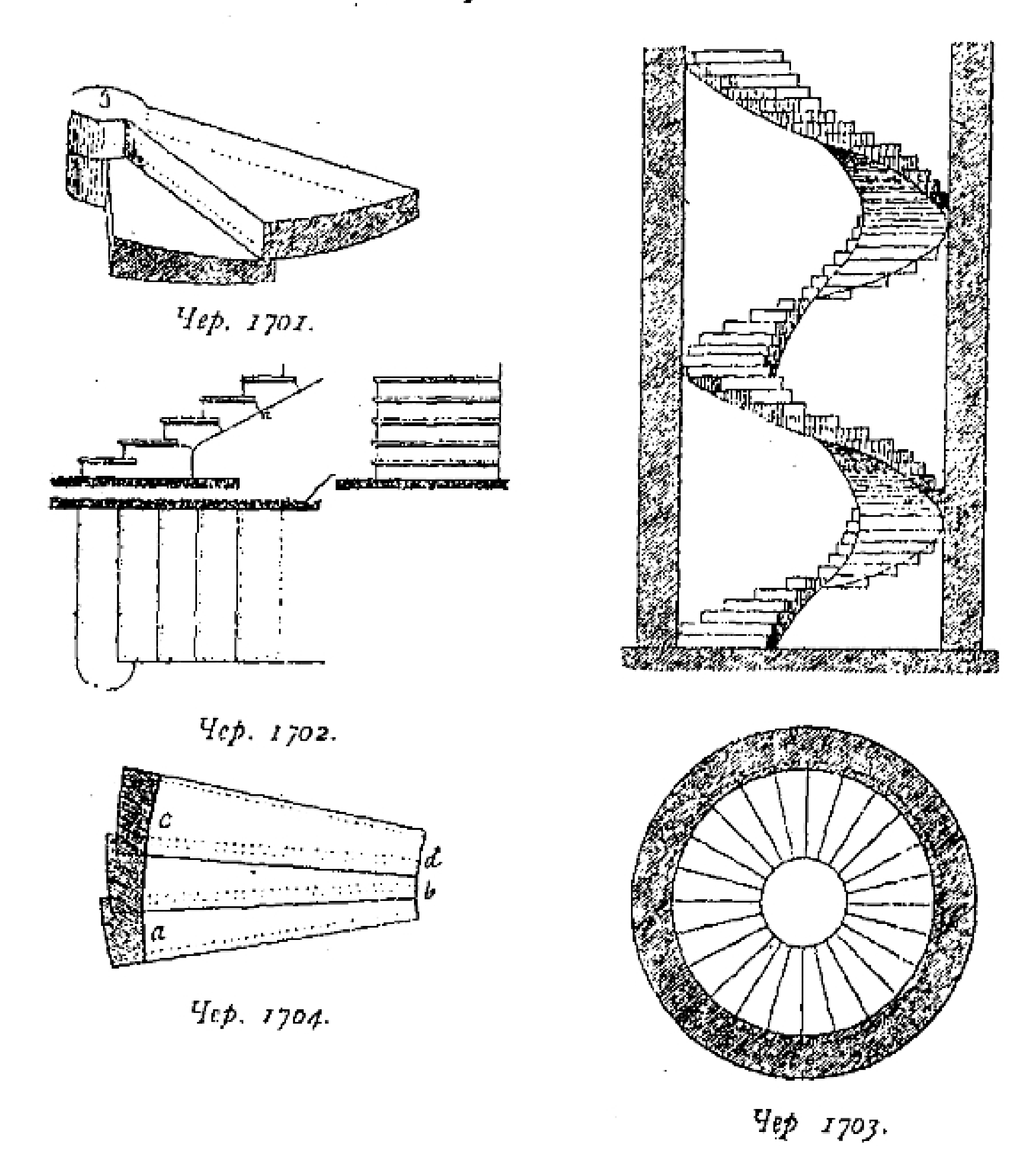
4) Лѣстницы, у которыхъ ступени лежатъ на желѣзныхъ или чугуиныхъ брускахъ (тетивахъ или косоурахъ).

Ступени, опирающiяся концами на двухъ стѣнахъ, составляютъ самое простое устройство каменотесныхъ лѣстницъ. На чер. 1699—1700 (текстъ) изображена лѣстница съ двумя оборотами; площадки могутъ быть сдѣланы изъ цѣльной плиты; въ этомъ случаѣ для укрѣпленiя плиты очень полезно закруглять площадки. Площадка можетъ быть составлена изъ плитъ, поддержанныхъ подпружною аркою *ab*.

Наконецъ, за неимѣніемъ лещадокъ большихъ измѣреній, площадка можетъ лежать на плоскомъ сводѣ.

На чер. 1699 (текстъ) ступени входятъ однимъ концомъ въ стѣны клѣтки, а другимъ въ сомкнутую стѣну *a b c d*, выведенную внутри клѣтки.

Подобныя лѣстницы неудобно освѣщаются, но ихъ од-



Чер. 1701.

Чер. 1702.

Чер. 1704.

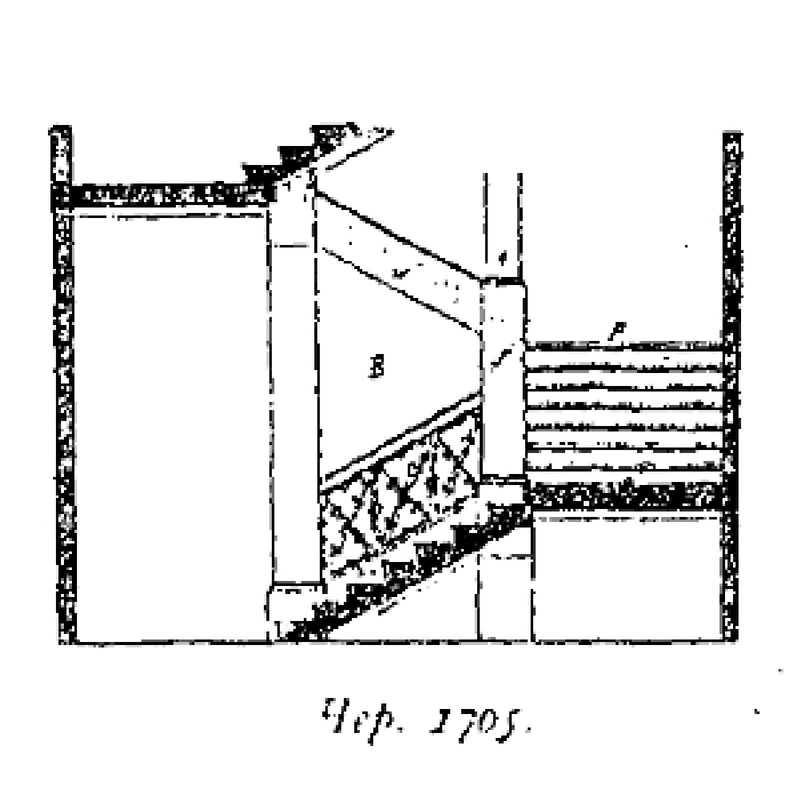
Чер 1703.

накожъ, довольно часто употребляютъ для черныхъ входовъ. Въ пустомъ пространствѣ внутри стѣны *a b c d* можно помѣстить шкафы; иногда, если оно довольно просторно, въ немъ устраиваются отхожія мѣста.

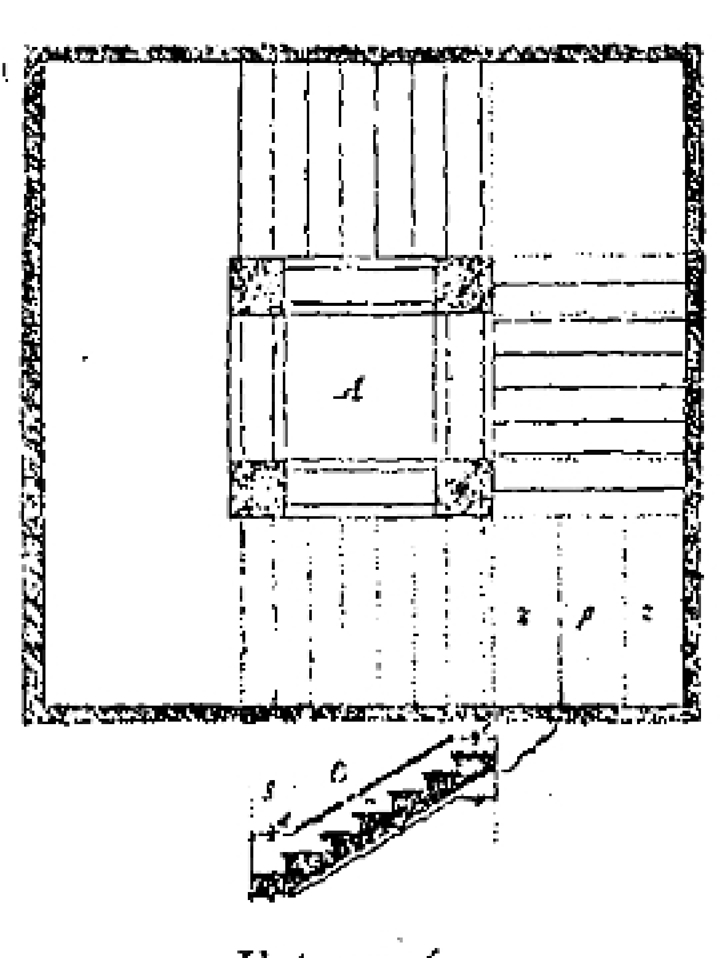
Винтовая лѣстница, устроенная по той же системѣ, состоитъ изъ ступеней, у которыхъ широкіе концы вдѣланы

въ стѣну клѣтки, а узкіе концы составляютъ круглый средній столбъ. Чер. 1701 (текстъ) изображаетъ подобную лѣстницу; концы ступеней имѣютъ въ ней круглыя цилиндрическія оконечности, соединяющіяся взаимно желѣзными пиронами.

c) Лѣстница, у которой каждая ступень держится однимъ концомъ, задѣланнымъ въ стѣну, показана на чер. 1702 (текстъ). Первая ступень лежитъ на прочномъ основаніи; каждая изъ слѣдующихъ поддерживается отчасти ступенью, лежащею подъ нею. Собственный вѣсъ ступени и давленіе,



Чер. 1705.

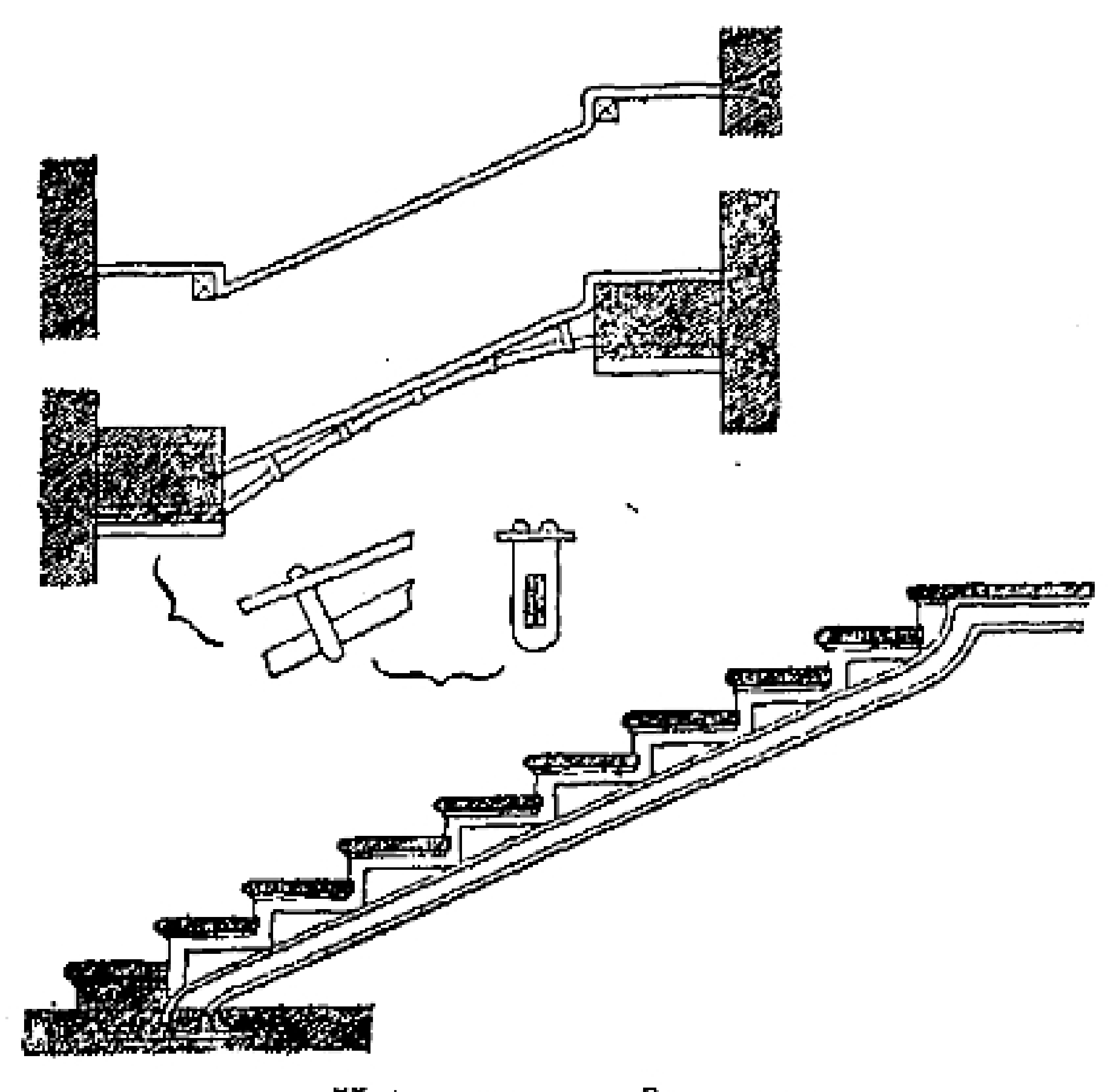


Чер. 1706.

производимое на нее верхними ступенями марша, заставляютъ ступень вращаться около ребра *a*; вращенію этому будетъ сопротивляться конецъ ея, задѣланный въ стѣнѣ. Но въ особенности ступень должна сопротивляться *изламывающему усилію*. Размѣры ступени опредѣляютъ по тѣмъ же правиламъ, какъ размѣры балки, вдѣланной однимъ концомъ въ стѣну и обремененной грузомъ, который распредѣленъ равномѣрно по всей ея длинѣ. *Скручивающее* усиліе не принимаютъ въ соображеніе, потому что пренебрегается поддержка, доставляемая внизу лежащею ступенью. Величина нагрузки будетъ опредѣлена числомъ людей, которые

могутъ помѣститься на ступени (на каждый погонный аршинъ — 2 человѣка) и вѣсомъ ступени.

Круглая лѣстница, устроенная по этой системѣ, показана на черт. 1703 (текстъ), планъ ступеней — на черт. 1704 (текстъ). Внутреннія ребра ступеней *cd* проводятъ параллельно наружнымъ ребрамъ. Сопрягающая плоскость дѣлается косая и опредѣляется слѣдующимъ образомъ: на наружной щекѣ камня проведемъ нормальную $c'd'$ къ винтовой линіи, черт. 1697 (текстъ); на внутренней щекѣ про-



Чер. 1707. 1708 и 1709.

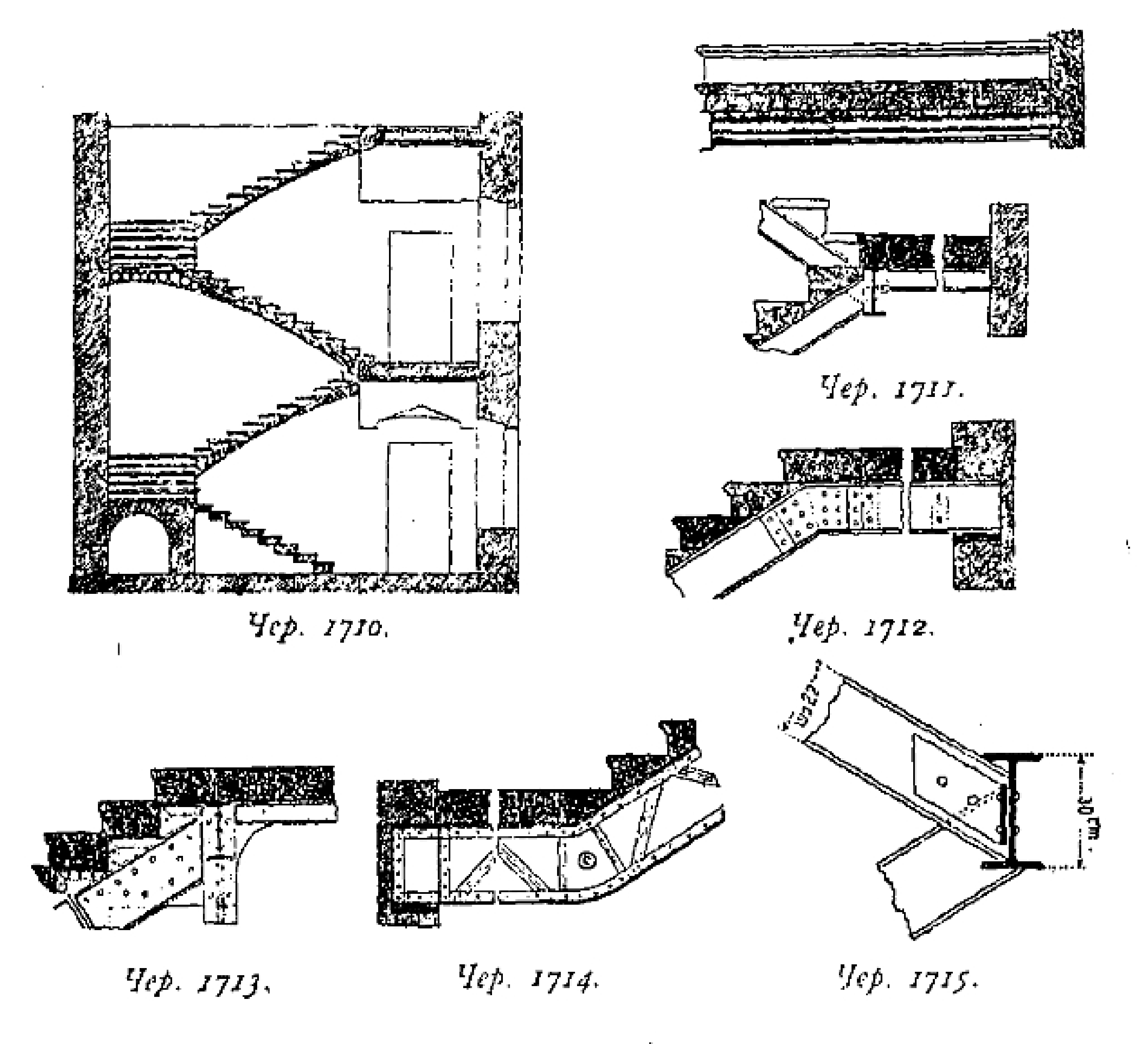
ведемъ подобную же нормальную линію *cd* изъ точки *d*, находящейся на одной горизонтальной линіи съ точкою d'. По раздѣленіи линіи *cd* и $c'd''$ на одинаковое число равныхъ частей, соединимъ эти дѣленія прямыми, которыя и составятъ косую сопрягающую плоскость, черт. 1697 (текстъ).

Лѣстницы, укрѣпленныя въ одну стѣну, требуютъ не хрупкаго камня и тщательной работы. Ширина подобныхъ лѣстницъ не бываетъ больше 1 сажени. Концы ступеней задѣлываются въ стѣну на 1 кирпичъ.

d) *Лѣстницы на тетивахъ и косоурахъ.* Примѣръ лѣст-

ницы на каменныхъ тетивахъ показанъ на чер. 1705—1706 (текстъ). Ступени однимъ концомъ вдѣланы въ стѣну, а другимъ концомъ опираются на *тетивы w*. Чер. 1706 *c* (текстъ) изображаетъ форму тетивы и пироны *dc*, посредствомъ которыхъ она соединяется съ столбами *qq*, поставленными по срединѣ клѣтки.

Концы тетивъ, ограниченные горизонтальными плоскостями, входятъ въ составъ этихъ столбовъ. Глубина гнѣздъ,

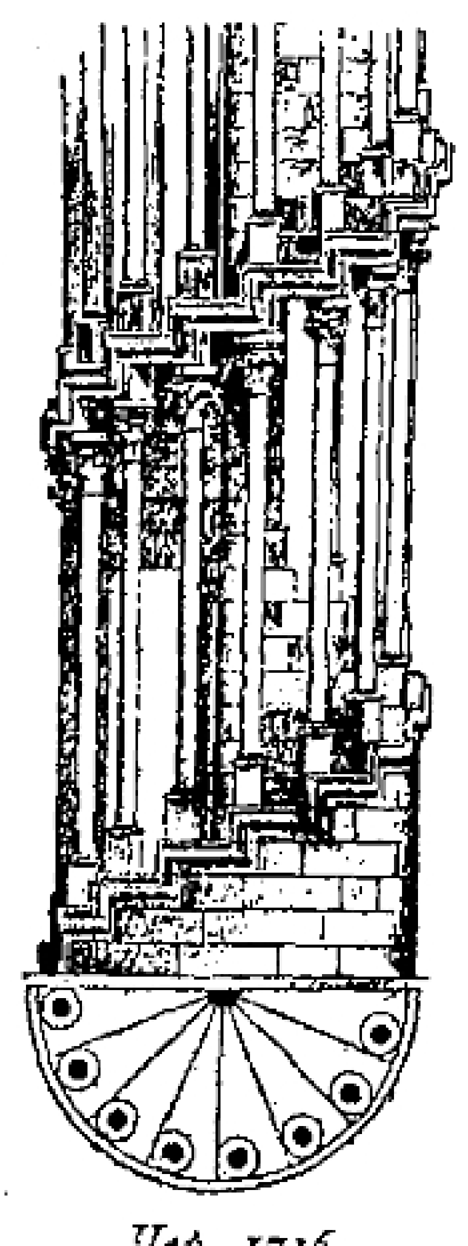


Чер. 1710. Чер. 1711. Чер. 1712. Чер. 1713. Чер. 1714. Чер. 1715.

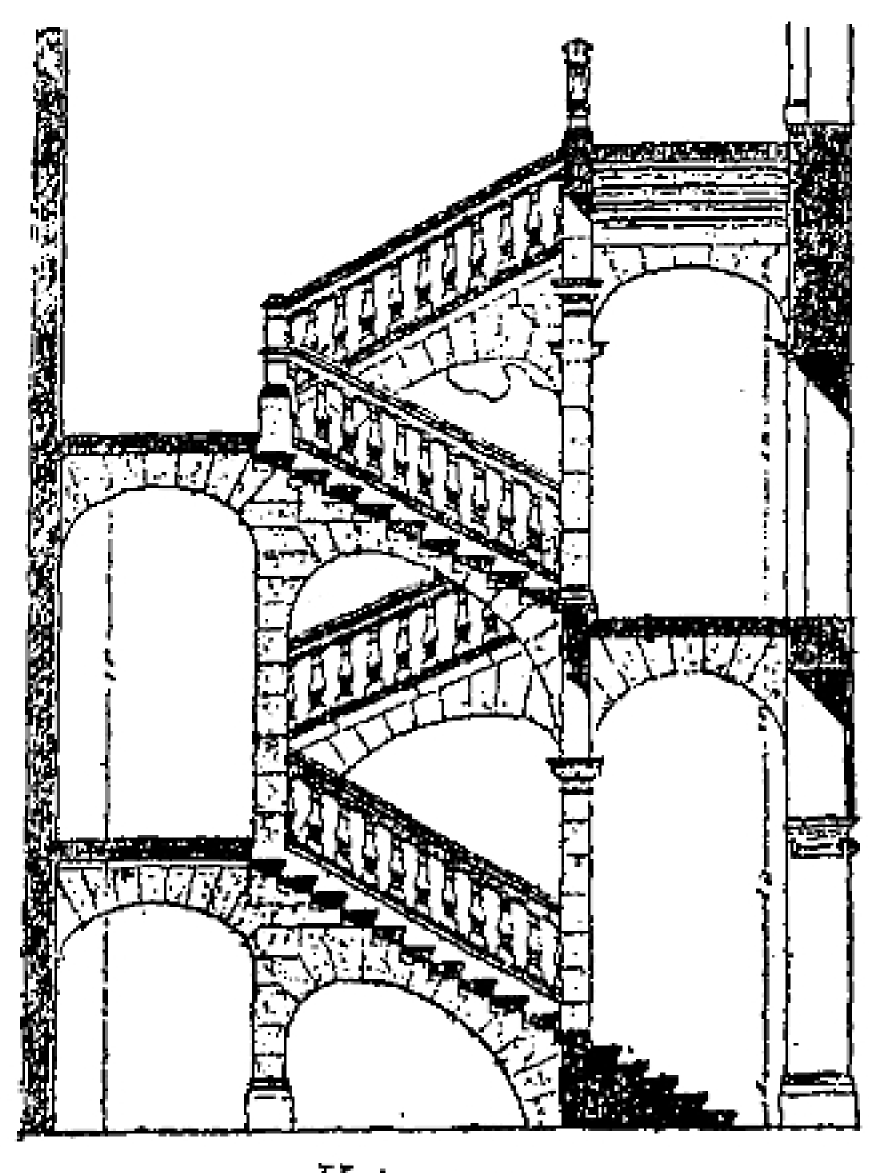
вынутыхъ въ тетивахъ для принятія концовъ ступеней составляетъ около 1½ вершка. Площадки сдѣланы изъ трехъ кусковъ плитъ *z*, *p*, *s*. Для поддержанія ихъ концовъ положены каменные брусья, поперечный разрѣзъ которыхъ (*f*) виденъ на чер. *B*.

На чер. 1707 (текстъ) изображена лѣстница, поддержанная желѣзными *косоурами*. Самая простая форма косоуровъ

имѣетъ формы тетивы, т. е. желѣзнаго бруска, изогнутаго какъ показано на чер. 1707 (текстъ); концы его задѣлаваются въ стѣны. На чер. 1708 (текстъ) косоуры сдѣланы изъ желѣзной полосы, подкрѣпленной аркою, которая составлена изъ двухъ полосъ. Чер. 1709 (текстъ) изображаетъ чугунную тетиву съ треугольными *приливами;* они назначены для принятія каменныхъ лещадныхъ ступеней. Площадки при такихъ лѣстницахъ дѣлаются также на желѣз-



Чер. 1716.



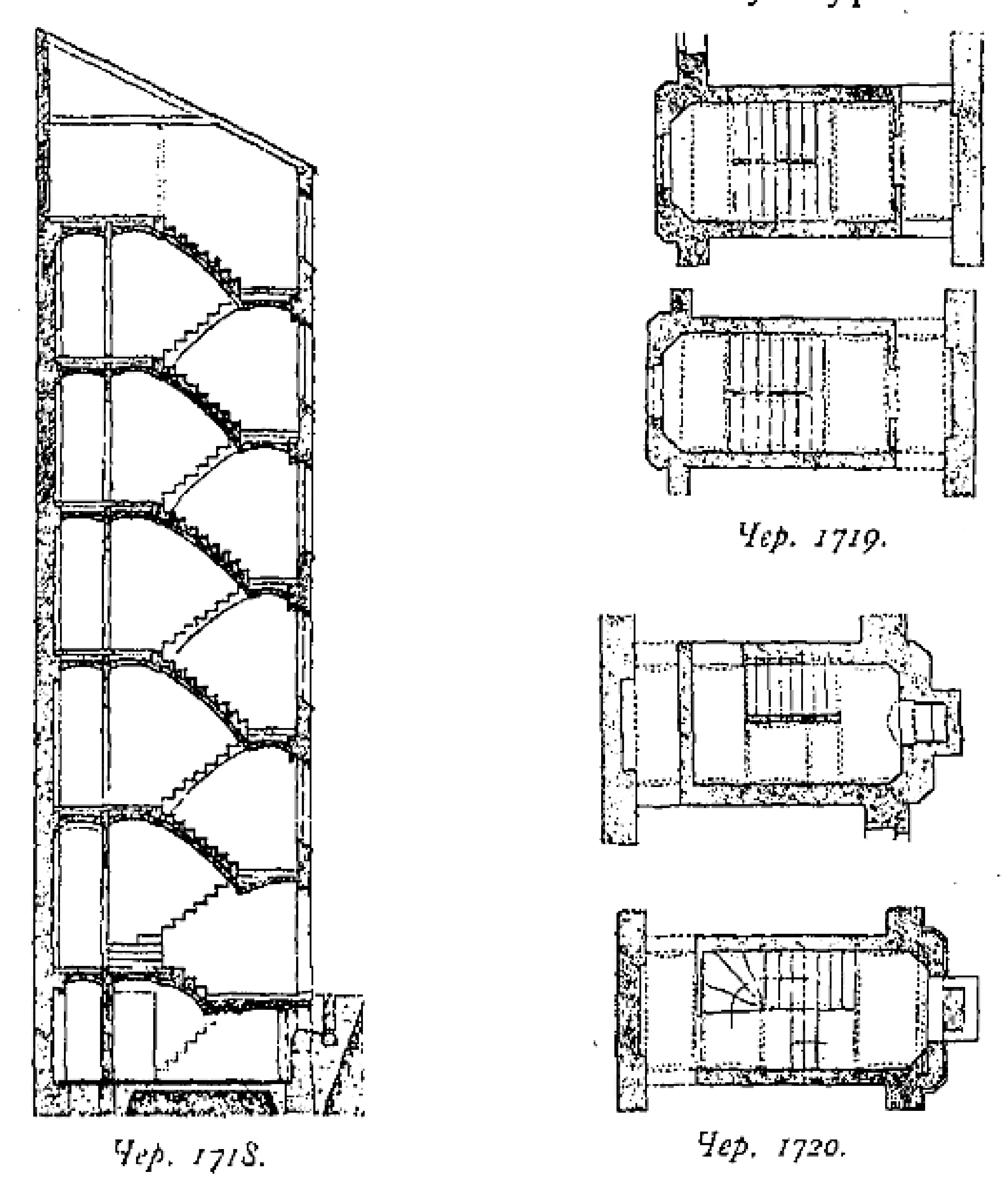
Чер. 1717.

ныхъ балкахъ или на пологихъ сводахъ. Въ своды эти надобно закладывать желѣзные бруски для упора косоурамъ или тетивамъ.

Косоуры кладутся подъ каждый маршъ въ одинъ, два и три ряда. Въ одинъ рядъ кладутся они тогда, когда одинъ конецъ ступени вдѣланъ въ стѣну, а другой долженъ быть поддержанъ брусками. При маршахъ, не идущихъ возлѣ стѣнъ или арокъ, надобно оба конца ступеней поддержать косоурами. Три ряда косоуровъ употребляются при очень широкой лѣстницѣ, у которой ступени такъ длинны, что

онѣ кромѣ подпоръ, лежащихъ у щековыхъ стѣнъ, требуютъ еще промежуточной опоры.

Косоуры въ чисто отдѣланныхъ лѣстницахъ остаются открытыми. Въ лѣстницахъ простѣйшаго устройства, для избѣжанія издержекъ, на чистую обтеску нижней поверхности лѣстницы, подшиваютъ ее досками и оштукатуриваютъ.



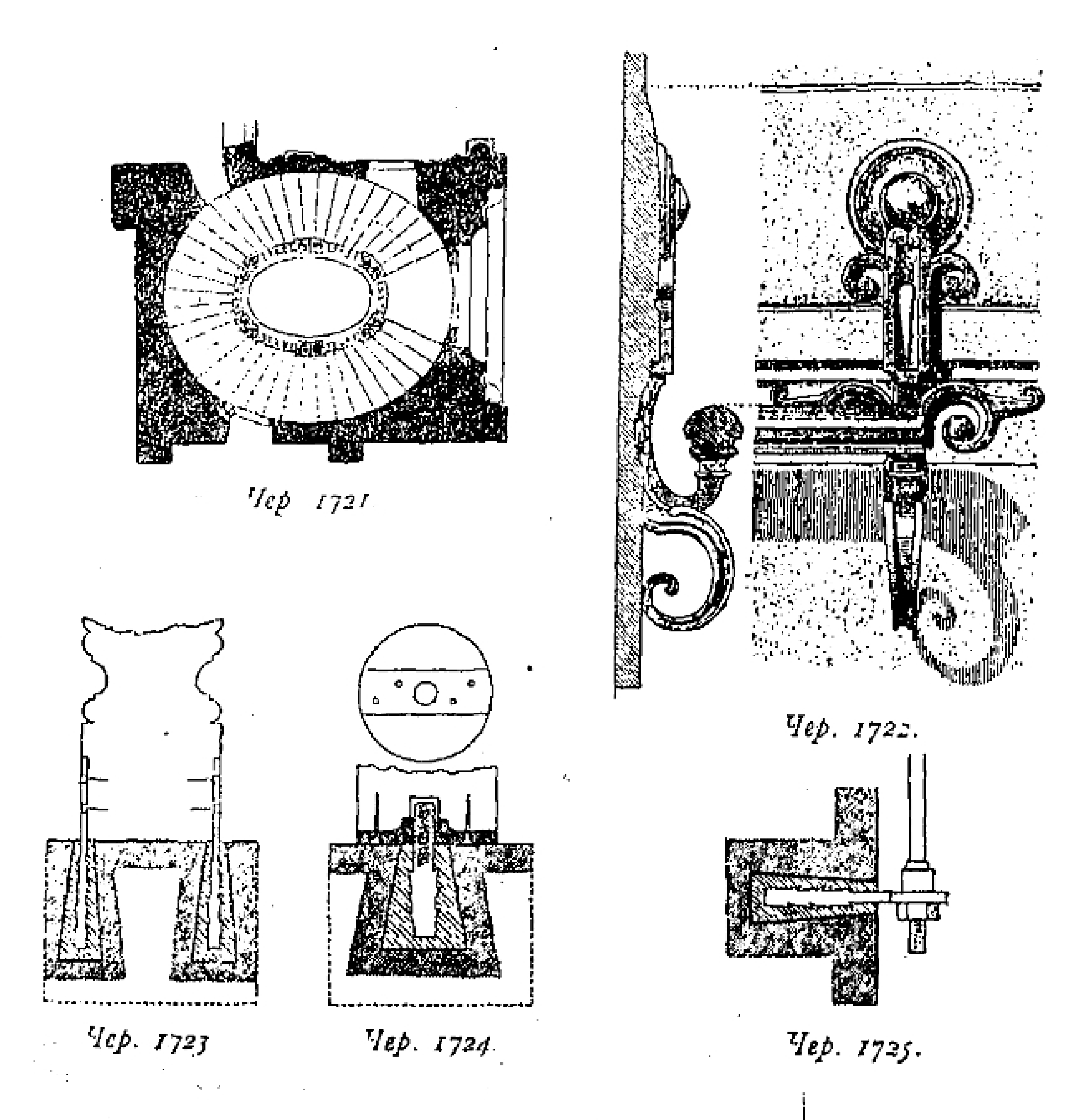
Чер. 1718. Чер. 1719. Чер. 1720.

Косоуры составляются чаще всего изъ *брусковаго* желѣза, если они скрыты; а если открыты, то изъ *рельсоваго* желѣза. Наконецъ, ихъ приготовляютъ также изъ *полосоваго*, какъ показано на чер. 1708 (текстъ).

На чер. 1710 (текстъ) изображены косоуры слесарной работы. Косоуры дѣлаются иногда и изъ балокъ, составленныхъ изъ котельнаго желѣза. Чер. 1711, 1712, 1713, 1714 и 1715 (текстъ).

Чугунные косоуры дѣлаютъ въ видѣ арокъ. Что касается до прямыхъ тетивъ изъ этого матеріала, то по причинѣ хрупкости ихъ не слѣдуетъ употреблять для длинныхъ маршей, тѣмъ болѣе, что чугунъ не легко отливается въ длинныя штуки.

На чер. 1716 (текстъ) представленъ видъ винтовой лѣст-



Чер. 1721

Чер. 1722.

Чер. 1723

Чер. 1724.

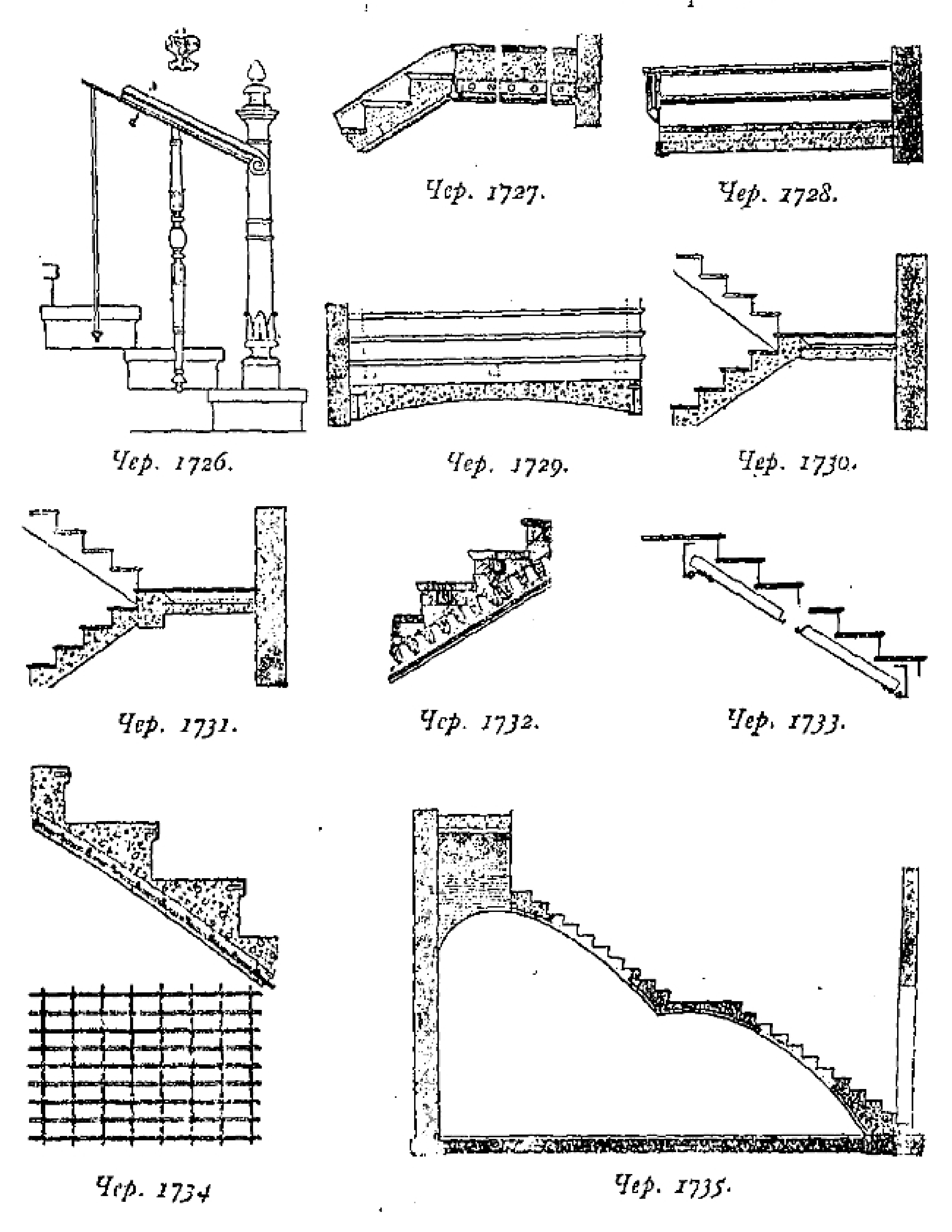
Чер. 1725.

ницы, устроенной въ половинѣ XIII вѣка, въ соборѣ de Mayence.

На чер. 1717 (текстъ) показана каменная лѣстница на ползучихъ сводахъ въ Іезуитской коллегіи въ Реймсѣ.

Чер. 1718—1720 (текстъ) представляютъ разрѣзъ и планъ

каменной лѣстницы на ползучихъ сводахъ, опирающихся на желѣзныя балки, въ одномъ изъ домовъ Парижа.



Чер. 1726. Чер. 1727. Чер. 1728. Чер. 1729. Чер. 1730. Чер. 1731. Чер. 1732. Чер. 1733. Чер. 1734. Чер. 1735.

На чер. 1721 (текстъ) показанъ планъ лѣстницы въ одномъ изъ дворцовъ Италіи.

На чер. 1722—1726 (текстъ) представляютъ деталь конструкціи поручней и периль.

Чер. 1727 — 1733 (текстъ) представляютъ устройство лѣстницъ изъ бетона, и поддерживаемаго волнистымъ желѣзомъ.

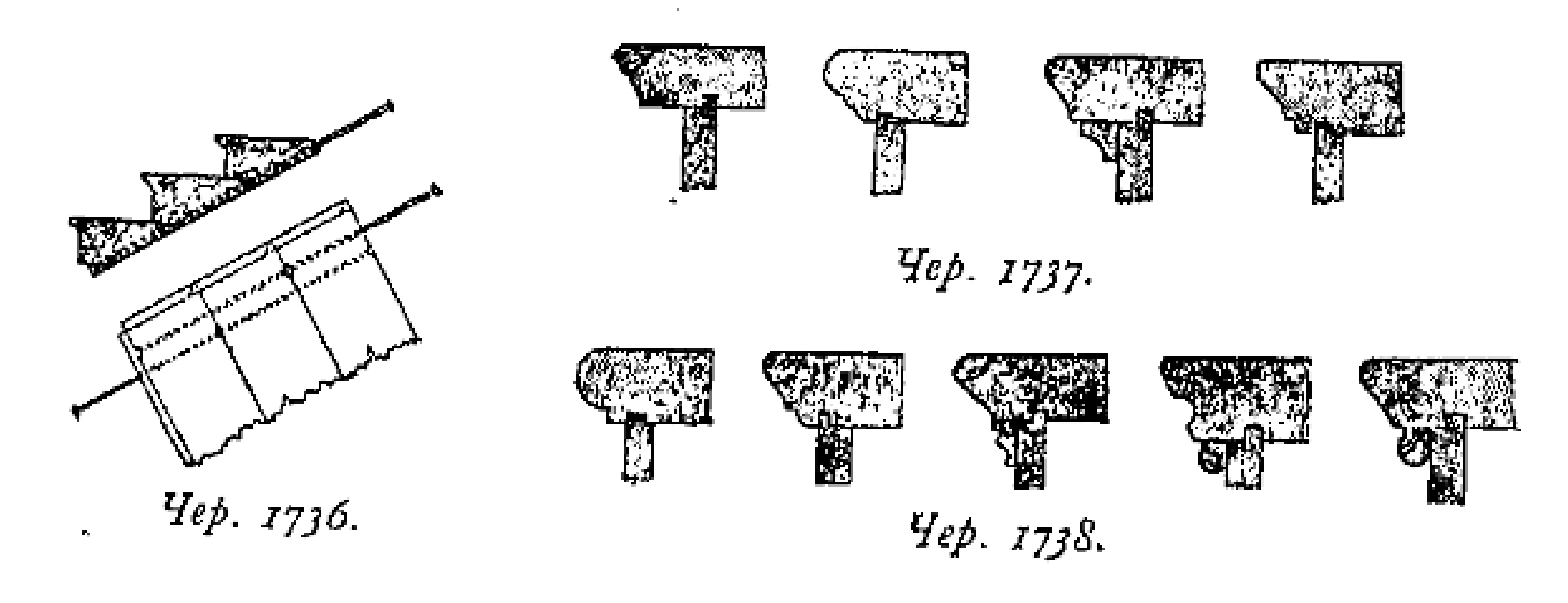
На чер. 1734—1735 (текстъ) показано устройство лѣстницъ цементно-желѣзной конструкціи Монье.

Чер. 1542 — 1546 (атласъ) представляютъ въ деталяхъ устройство лѣстницы каменной на косоурахъ изъ угловаго желѣза.

Чер. 1547—1548 (атласъ) показываютъ устройство лѣстницы каменной на волнистомъ желѣзѣ.

Чер. 1549 — 1552 (атласъ) представляетъ парадную о двухъ вѣтвяхъ лѣстницу.

Чер. 1516—1536 (атласъ) представляютъ устройства разнаго рода крылецъ.



Чер. 1736.

Чер. 1737.

Чер. 1738.

На чер. 1537 —1541 (атласъ) показано въ деталяхъ устройство наружнаго въѣзда или пантуса.

е) Къ устройству лѣстницъ приступаютъ по окончаніи зданія вчернѣ для того, чтобы лѣстница ие повредилась отъ осадки стѣнъ и чтобы ступени ея ие могли портиться отъ носки матеріаловъ при черной отдѣлкѣ строенія.

При кладкѣ лѣстницъ изъ отдѣльныхъ ступеней, т. е. неукрѣпленныхъ въ гнѣзда тетивъ, нужно принять мѣры, чтобы каждая ступень имѣла надлежащее положеніе. Для этого прежде установки кружалъ измѣряютъ высоту этажа длиннымъ брускомъ и раздѣляютъ его на части, соотвѣтствующія высотѣ ступеней. На другомъ горизонтальномъ брускѣ означаются дѣленія, соотвѣтствующія ширинѣ площадокъ и ступеней. Положивъ второй брусокъ горизон-

тально и приставляя отвѣсно первый брусокъ къ дѣленіямъ горизонтальнаго бруска, очерчиваютъ на стѣнѣ мѣломъ профили ступеней. При пособіи тѣхъ же брусковъ иногда сколачиваютъ изъ досокъ *лекала* лѣстницы и соображаясь съ ними приготовляютъ своды.

При подливкѣ ступеней употребляется *скобка*, однообразно опредѣляющая ширину и высоту ступеней.

Своды и арки, предназначенные для поддержанія ступеней, требуютъ кружалъ; кладка ихъ производится по правиламъ, изложеннымъ при описаніи способовъ устройства этихъ частей строенія. Для пяти сводовъ оставляются гнѣзда при кладкѣ стѣнъ и столбовъ.

§ 150. Металлическія лѣстницы. Въ прежнее время, для устройства металлическихъ лѣстницъ, чаще всего употреблялся чугунъ, принимающій легко, посредствомъ отливки, всевозможныя формы и лучше другихъ матеріаловъ сопротивляющійся давленію. Для частей, которыя скрѣпляютъ лѣстницы, т. е. на косоуры и болты, употреблялось желѣзо.

Въ настоящее время, съ усовершенствованіемъ вообще изготовленія металлическихъ издѣлій, начали также часто изготовлять металлическія лѣстницы желѣзныя.

Въ виду вышеизложеннаго, ниже, при размотрѣніи способовъ устройства металлическихъ лѣстницъ, мы ихъ подраздѣлимъ: на *литыя чугунныя* и *кованныя желѣзныя*, подраздѣлимъ, въ свою очередь, каждый изъ этихъ родовъ лѣстницъ на прямыя и на круглыя или винтовыя.

Лѣстницы чугунныя съ тетивами. На чер. 1553—1554, 1559, 1585 и 1567—1570 (атласъ) показано устройство и соединеніе между собою отлитыхъ изъ чугуна ступеней, укрѣпляемыхъ въ то же время въ тетивахъ.

Для удобства ходьбы по ступенямъ, взамѣнъ чугунныхъ проступей, скользкихъ для ногъ, проступи дѣлаютъ изъ обыкновенныхъ досокъ чер. 1555—1558, 1560—1562 (атласъ), или изъ деревянныхъ торцовъ, чер. 1584, 1588—1589 (атласъ). Взамѣнъ дерева примѣняютъ также гофрированное желѣзо или цементныя плитки, залитыя асфальтомъ. чер. 1571—1573, 1578—1579 (атласъ), а иногда каменныя или терракотовыя плиты.

Тетивамъ, отливаемымъ изъ чугуна, легко придавать разныя формы, начиная отъ самыхъ простыхъ и кончая болѣе сложными рисунками, чер. 1574—1575, 1580—1583 (атласъ).

Скрѣпленіе ступеней съ тетивами показано на чер. 1588, 1590, 1592—1595 (атласъ).

Способъ укрѣпленія подошвы тетивы въ каменной кладкѣ стѣны показанъ на чер. 1594 (атласъ).

При чугунныхъ ступеняхъ, тетивы дѣлаютъ часто желѣзными. На чер. 1591 (атласъ) представлена конструкція желѣзныхъ тетивъ и способы соединенія ихъ съ чугунными ступенями и желѣзными перилами.

Чер. 1596—1597 (атласъ) показываютъ способъ скрѣпленія желѣзныхъ перилъ, помѣщаемыхъ съ наружной стороны лѣстницы, съ тетивою.

На чер. 1602 (атласъ) показано устройство чугунной винтовой лѣстницы, у которой ступени задѣланы однимъ концомъ въ вкладку стѣны.

На чер. 1599—1601 (атласъ) представлена конструкція чугунной винтовой лѣстницы, у которой ступени насаживаются на чугунный сплошной стержень, укрѣпленный въ серединѣ лѣстницы,

Чер. 1598 и 1605 (атласъ) показываютъ коиструкцію чугунной винтовой лѣстницы со стержнемъ полымъ внутри.

На чер. 1613 (атласъ) представлена конструкція винтовой чугунной лѣстницы вовсе безъ стержня и способъ скрѣпленія ея ступеней.

Лѣстницы желѣзныя. На чер. 1603—1606 (атласъ) показано устройство проступей и подступенекъ изъ котельнаго желѣза, соединенныхъ между собою угловымъ желѣзомъ.

Чер. 1607—1610, 1614, 1618—1620 (атласъ) представляютъ конструкцію ступеней желѣзныхъ лѣстницъ, состоящихъ изъ деревянныхъ проступей, соединенныхъ при помощи угловаго желѣза съ желѣзными подступеньками.

На чер. 1619—1626 (атласъ) представлены различные способы устройства желѣзныхъ тетивъ въ желѣзныхъ лѣстницахъ и способы скрѣпленія ихъ со ступенями. Конструкція ихъ удобопонятна изъ чертежа.

Чер. 1631—1633, 1634—1636 (атласъ) показываютъ примѣры рѣзныхъ желѣзныхъ тетивъ и перилъ.

На чер. 1629—1630 (атласъ) показанъ способъ укрѣпленія подошвъ желѣзныхъ тетивъ въ каменной кладкѣ.

На чер. 1628 (атласъ) представлены способы закрѣпленія стержней перилъ съ тетивами и со ступенями желѣзныхъ лѣстницъ.

Чер. 1637—1639 (атласъ) показываютъ конструкцію винтовыхъ желѣзныхъ лѣстницъ.

Въ заключеніе слѣдуетъ замѣтить, что для лучшаго сохраненія металлическихъ лѣстницъ ихъ обязательно покрываютъ масляною краскою (minium).

Поручни дѣлаются или лакированныя изъ твердаго дерева или же покрываются по войлоку сукномъ или бархатомъ.

Ступени металлическія дѣлаются съ нарѣзками или лучше съ сквозными вырѣзками.

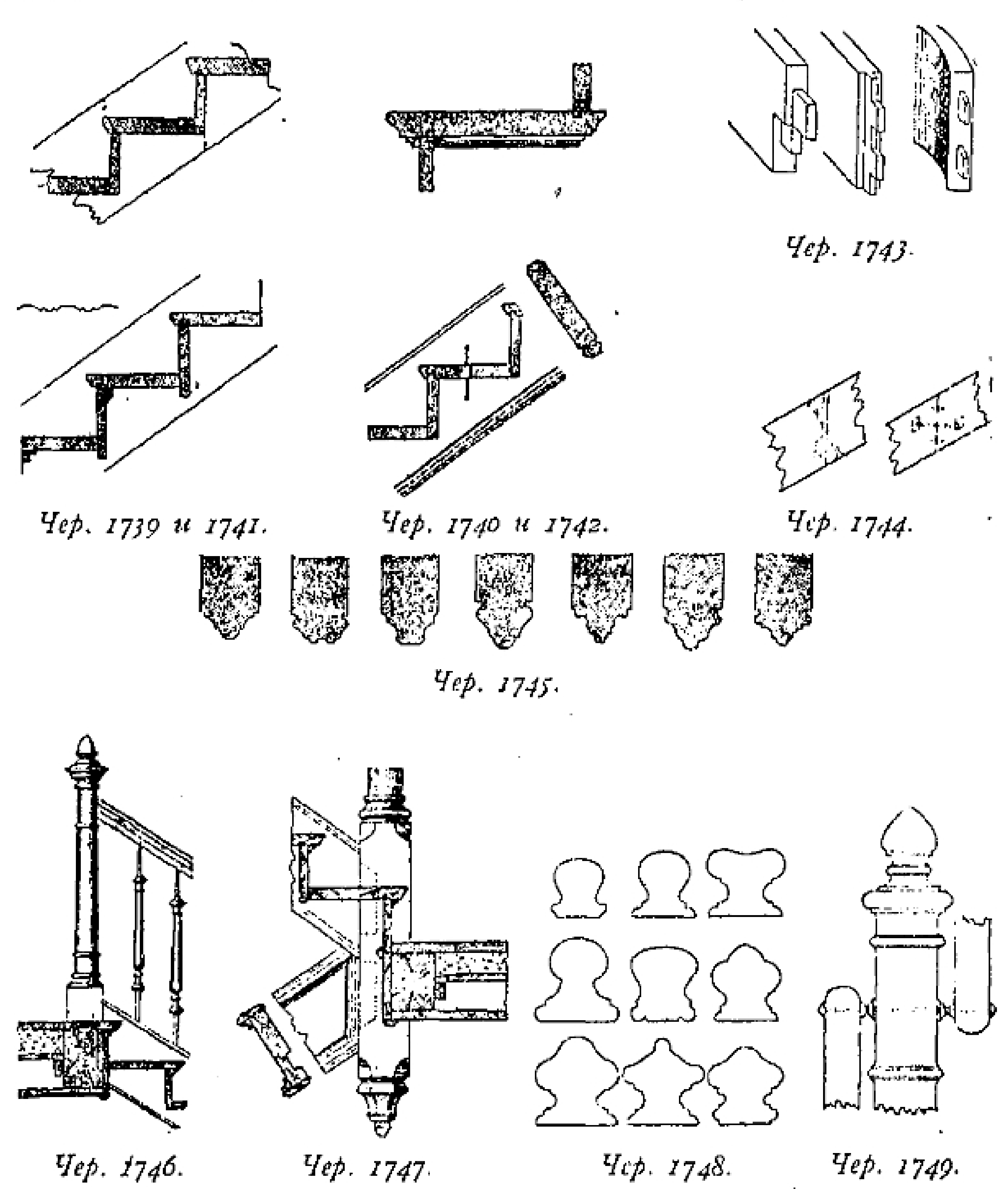
Вырѣзки эти необходимы, потому что ступени отъ ходьбы стираются и становятся скользки; ихъ тогда необходимо покрывать коврами или возобновлять нарѣзки; иначе ходьба по нимъ, вслѣдствіе излишней гладкости опасна, чер. 1571—1573 (атласъ).

§ 151. Деревянныя лѣстницы. Дерево при устройствѣ лѣстницъ представляетъ много выгодъ, а именно: легкую отдѣлку, малую цѣнность и удобство ходьбы на поверхности его. Неудобство его—непрочность и, кромѣ того, опасность во время пожаровъ.

По способу отдѣлки деревянныя лѣстиицы раздѣляются на столярныя и плотничныя: первыя дѣлаютъ для чистыхъ, а вторыя для черныхъ ходовъ. Устройство тѣхъ и другихъ можетъ быть двоякое: 1) когда ступени дѣлаются изъ досокъ и 2) когда для этого употребляютъ брусья.

При устройствѣ лѣстницъ перваго рода ступени основываются на *тетивахъ,* состоящихъ изъ толстыхъ досокъ, положенныхъ ребромъ по наклону маршей. Во внутренней сторонѣ тетивъ вырѣзаны гнѣзда глубиною около 1 дюйма для помѣщенія концовъ ступеней. На тетивы употребляются доски толщиною не менѣе 3 дюймовъ; ширина доски должна

быть такая, чтобы верхнія и нижнія ея ребра отстояли отъ крайнихъ точекъ, вынутыхъ для ступеней гнѣздъ на ³/₄ или 1 вершокъ. Ступени составляются изъ горизонтальныхъ и вертикальныхъ досокъ; толщина первыхъ 2¹/₂ дюйма, а послѣднихъ 1 дюймъ. Нижніе концы тетивъ укрѣпляются не-



Чер. 1743.

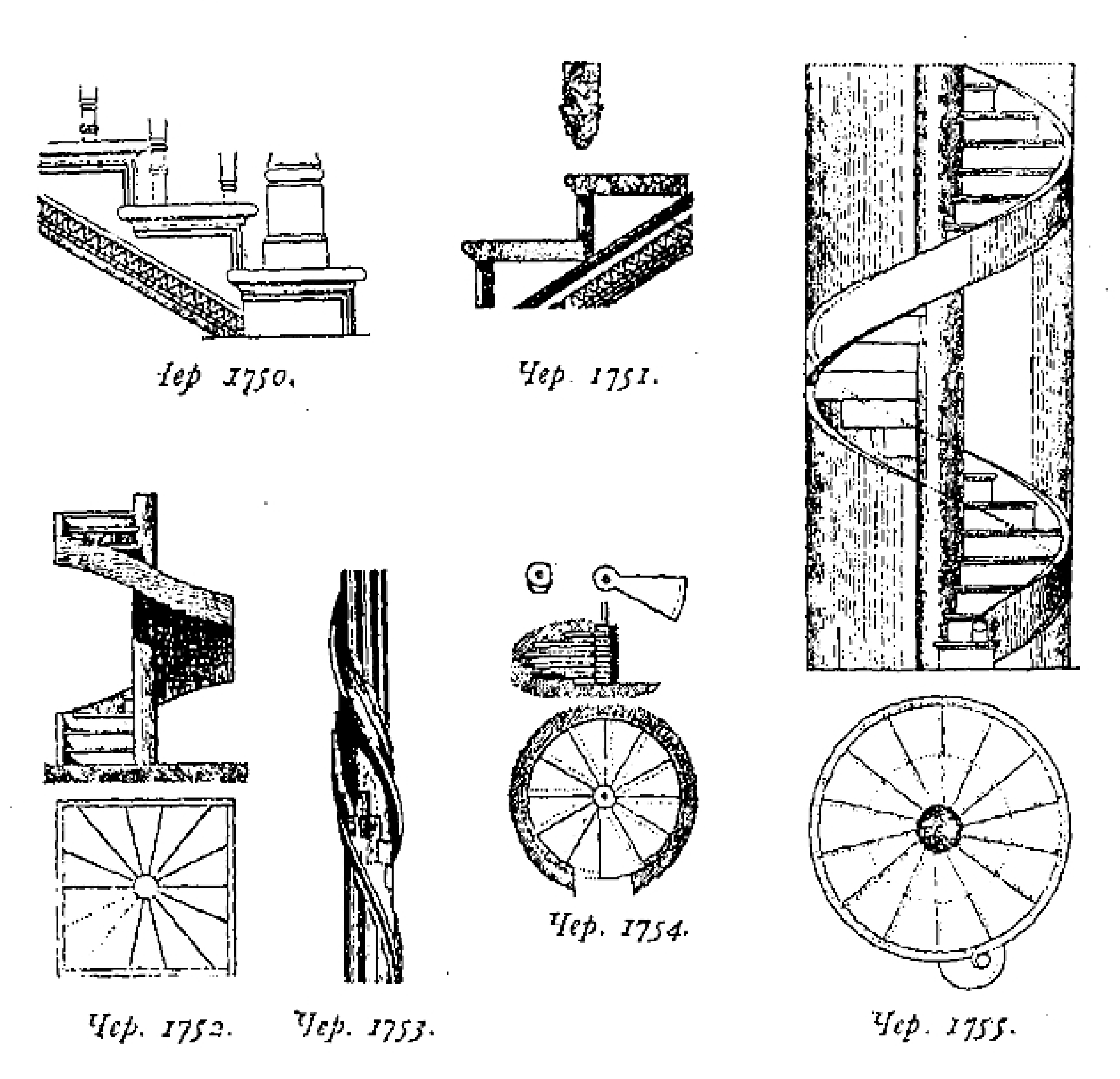
Чер. 1739 и 1741. *Чер. 1740 и 1742.* *Чер. 1744.*

Чер. 1745.

Чер. 1746. *Чер. 1747.* *Чер. 1748.* *Чер. 1749.*

подвижно въ прочно основанную подушку, составляющую обыкновенно первую ступень, а верхніе—въ балку, которая поддерживаетъ площадку. Нижняя поверхность лѣстницы, если она видна, покрывается досчатою подшивкою.

Если ступени дѣлаются изъ цѣльныхъ бревенъ, то устройство деревянныхъ лѣстницъ весьма сходно съ устройствомъ каменныхъ, и самыя ступени имѣютъ форму одинаковую съ каменными. Одни концы ступеней вдѣлываются въ стѣну, а другія остаются въ висячемъ положеніи и связываются взаимно, напримѣръ, посредствомъ желѣзныхъ болтовъ, про-



Чер. 1750. Чер. 1751. Чер. 1752. Чер. 1753. Чер. 1754. Чер. 1755.

пущенныхъ сквозь каждыя двѣ смежныя ступени, чер. 1736 (текстъ). Нижняя плоскость марша при тщательной работѣ не требуетъ подшивки.

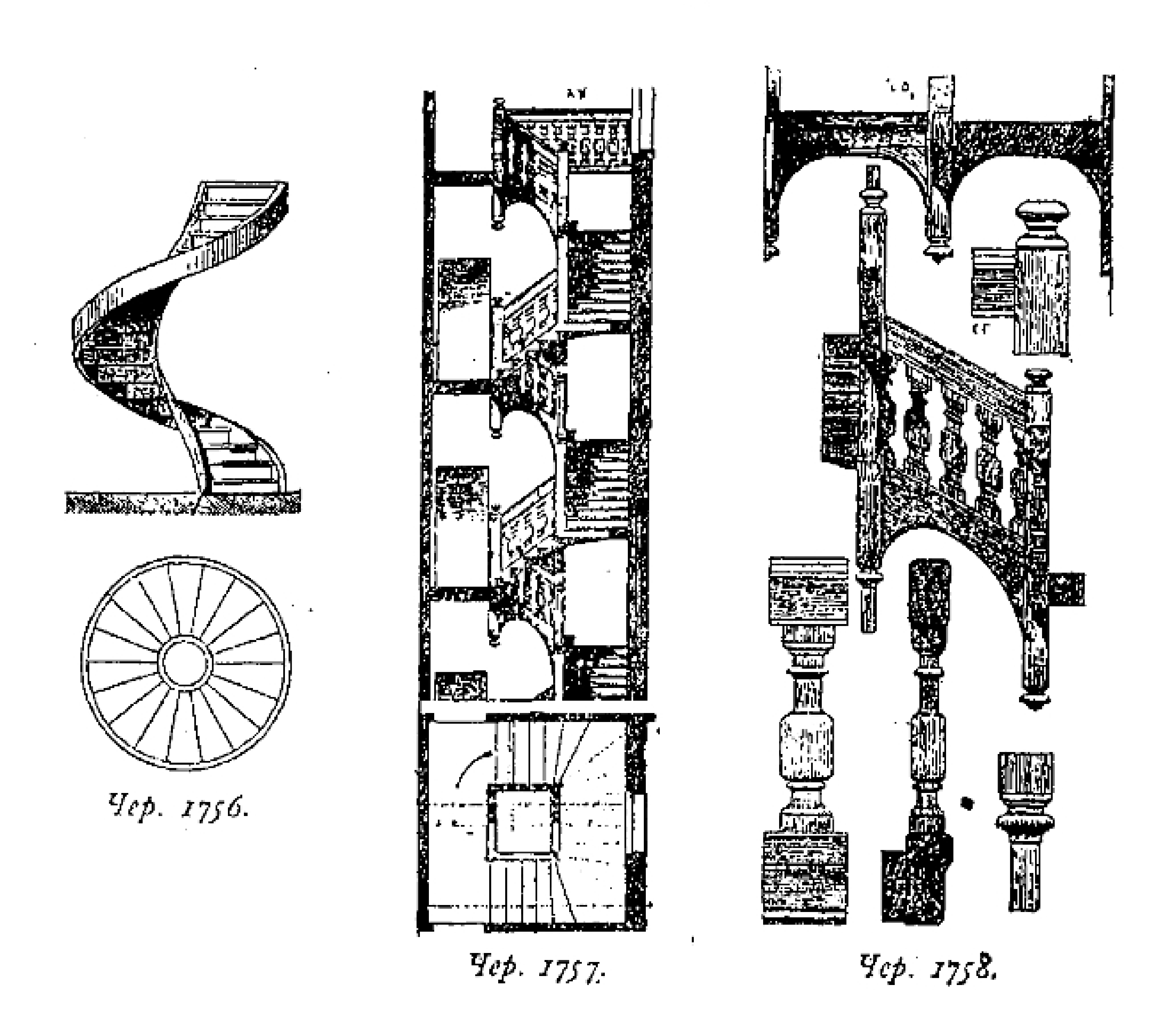
Лѣстницы подобнаго устройства, требуя тщательной работы при выдѣлкѣ ступеней, рѣдко употребляются въ Россіи. У насъ предпочитаютъ первый изложенный способъ по большей простотѣ его.

На чер. 1737—1738 (текстъ) показано соединеніе доща-

тыхъ ступеней деревянныхъ лѣстницъ съ подступеиьками и обдѣлка тѣхъ и другихъ.

Чер. 1739—1742 (текстъ) представляютъ соединенiе ступеней съ тетивами и подступеньками.

На чер. 1743—1744 (текстъ) показано соединенiе между собою частей тетивъ досчатыхъ деревянныхъ лѣстницъ.



Чер. 1756.

Чер. 1757.

Чер. 1758.

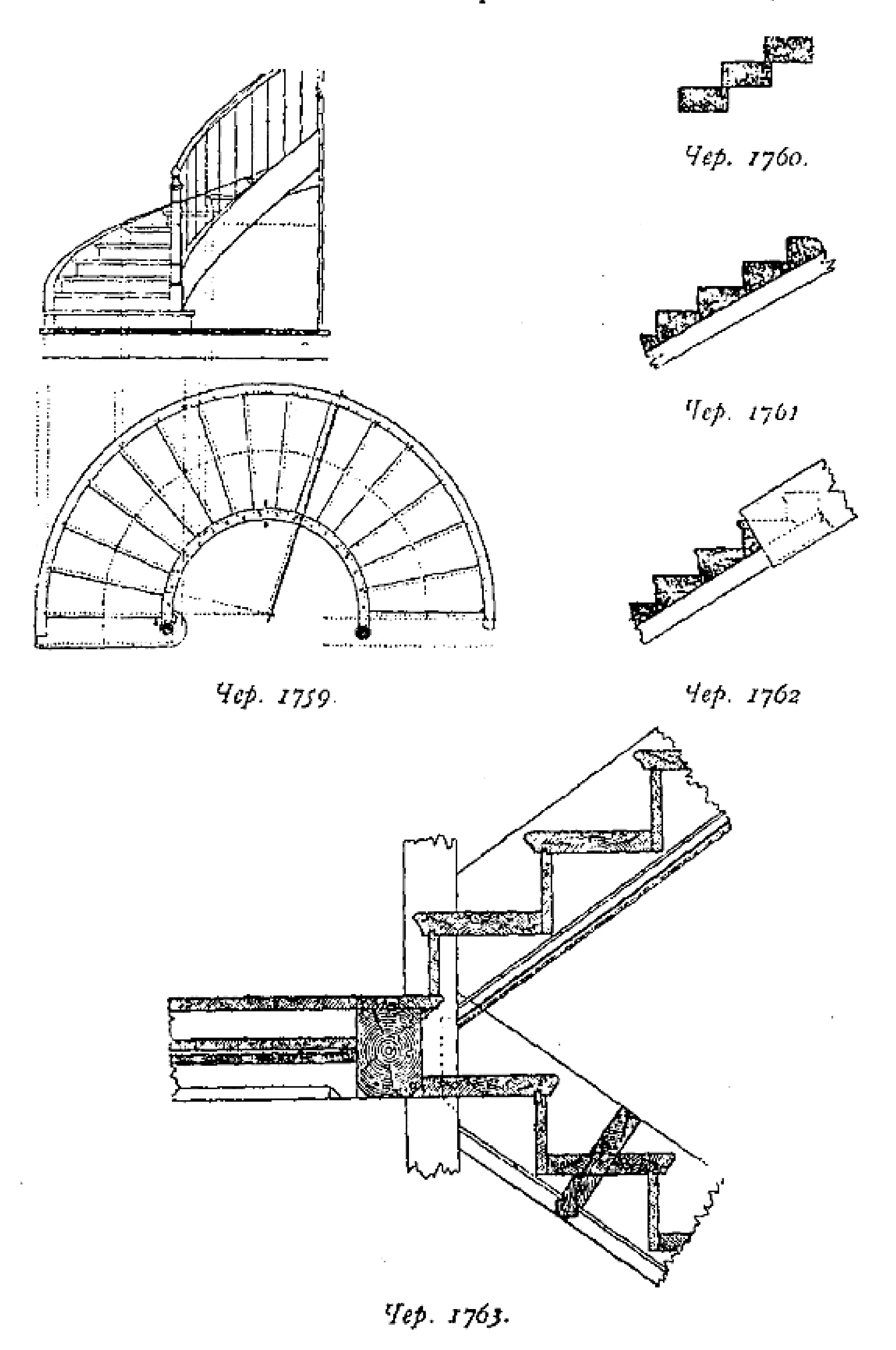
Чер. 1745 (текстъ) представляетъ профили обдѣлки деревянныхъ тетивъ.

На чер. 1746—1747 (текстъ) показаны способы соединенiя между собою и обдѣлки площадокъ, тетивъ и поручней деревянныхъ досчатыхъ лѣстницъ.

Чер. 1748—1749 (текстъ) показываютъ различные профили поручней деревянныхъ лѣстницъ.

На чер. 1750—1751 (текстъ) показана обдѣлка чистой столярной работой деревянныхъ лѣстницъ.

Чер. 1752—1756 (текстъ), представляютъ различные способы устройства винтовыхъ деревянныхъ лѣстницъ.



Чер. 1760.

Чер. 1761

Чер. 1759.

Чер. 1762

Чер. 1763.

На чер. 1757—1758 (текстъ) показаны: разрѣзъ, планъ и детали деревянной лѣстницы со ступенями изъ брусьевъ,

устроенной въ одномъ изъ 4-хъ этажныхъ домовъ въ Парижѣ.

На чер. 1759 (текстъ) представленъ способъ устройства полукруглой деревянной лѣстницы со ступенями, однимъ концомъ вдѣланными въ стѣну.

Чер. 1760—1762 (текстъ) показываютъ устройство ступеней деревянныхъ лѣстницъ изъ брусьевъ, опирающихся на тетивы.

На чер. 1763 (текстъ) показано въ разрѣзѣ устройство площадки ступеней, подступенекъ и тетивъ деревянной лѣстницы.

ГЛАВА X.

ОТВЕРСТІЯ ВЪ СТѢНАХЪ.

---

§ 152. **Дверныя отверстія.** а) *Составныя части.* Подъ общимъ названіемъ дверей подразумѣваются надлежащимъ образомъ обдѣланныя для прохода отверстія въ стѣнахъ зданій.

Части стѣны, ограждающія дверное отверстіе и выступающія въ видѣ фальца, къ которымъ прислоняются дверные створы, называются *притолками.*

Боковыя плоскости, ограждающія дверныя отверстія, называются *дверными откосами.*

Если притолки и откосы выдѣланы изъ одного куска камня или дерева, то куски эти называются *косяками* или *дверными рамами.*

Верхняя часть отверстія при обдѣлкѣ его деревомъ называется *перекладиною;* при устройствѣ ея изъ кирпичей или камней, расположенныхъ въ видѣ прямой арки — *перемычкою;* при покрытіи отверстія цѣльнымъ камнемъ — *архитравомъ* или *перекладиною;* наконецъ, когда верхъ отверстія сдѣланъ по кривой — *дверною аркою.*

Нижняя часть отверстія, обдѣланная камнемъ, деревомъ или металломъ, называется *порогомъ.*

Площадь двернаго отверстія, взятая между плоскостями его ограждающими, называется *двернымъ просвѣтомъ.*

Карнизы, фронтоны и другія увѣнчанія дверныхъ отверстій извѣстны подъ общимъ названіемъ *сандриковъ*.

Лицевыя грани дверныхъ косяковъ, выдающіяся впередъ и обдѣланныя камнемъ, деревомъ, штукатуркою или металломъ называются *дверными наличниками*.

b) *Историческій очеркъ*. Наружныя входныя двери, особенно у зданій монументальныхъ, съ самыхъ древнихъ временъ дѣлались значительныхъ размѣровъ. Индѣйцы, финикіяне, египтяне, ассирійцы, вавилоняне, греки и римляне устраивали для своихъ монументальныхъ зданій очень большія двери. Въ Индіи, до настоящаго времени, существуютъ образцы замѣчательныхъ дверей пагоды *Chalembron*, въ древнемъ королевствѣ *Tanjaour*. Ограда этой пагоды выстроена изъ кирпича, облицованнаго снутри и снаружи на нѣкоторой высотѣ каменными плитами. Ограда эта пересѣкается 4-мя пирамидальными входами, высотою каждый около 38 метровъ, чер. 1640 (атласъ).

Египтяне примѣняли при своихъ зданіяхъ два главныхъ типа дверей. Одинъ съ прямоугольнымъ отверстіемъ, обыкновенно увѣнчанный широкимъ архитавромъ, украшеннымъ глобусомъ съ крыльями чер. 1641—1642 (атласъ), таковы двери храма на Элефантинѣ. Второй типъ дверей имѣлъ отверстіе трапецоидальное, чер. 1643 (атласъ).

Ассиріяне, вавилоняне и персы придавали дверямъ своихъ зданій — форму, сходную съ дверями египетскихъ зданій.

Греки и римляне устраивали почти такія же двери какъ у египтянъ, но онѣ въ большинствѣ случаевъ придавали имъ форму прямоугольную; однако у грековъ устраивалось много зданій съ дверями, косяки у которыхъ были слегка наклонны, какъ у египтянъ.

Надъ дверями древнихъ зданій обыкновенно устраивались просвѣты (hypètre), необходимые для освѣщенія внутренности зданій, не имѣвшихъ оконъ. Такіе просвѣты существовали у дверей храма ***d'Hercule* à *Cori***, чер. 1644 (атласъ), de ***Vesta* à *Tivoli***, чер. 1645 (атласъ) и пантеона d'***Agrippa*** à ***Rome***, чер. 1646 (атласъ).

Часто главныя двери храмовъ богато украшались, что можно видѣть изъ чер. 1648 (атласъ), представляющаго богато украшенный наличникъ двери храма d'***Heliopolis***, древняго города ***Célésyrie*** (въ настоящее время ***Balbec***).

Въ зданіяхъ, украшенныхъ полихроміей, двери также украшались ею, что еще болѣе выдѣляло великолѣпную скульптурную работу. Для украшенія наличниковъ дверей употреблялась также бронза. Іоническія двери l'***Erectheion*** à ***Athènes*** были украшены бронзовыми вызолоченными розетками.

У всѣхъ древнихъ народовъ верхнія части дверей были прямыя. Римляне первые начали дѣлать ихъ полукруглыми. Чер. 1649 (атласъ) представляетъ образецъ главныхъ входныхъ дверей, устроенныхъ въ первыхъ годахъ XII столѣтія въ ***Vezelay*** при церкви аббатства.

На чер. 1650 (атласъ) показаны главныя входныя двери при церкви *Saint Geneste* въ *Неверъ*, устроенныя въ половинѣ XII столѣтія.

Чер. 1652 (атласъ) представляетъ главную входную дверь церкви Villers — Saint — Paul, устроенной въ началѣ XII столѣтія.

На чер. 1653 (атласъ) показана входная дверь церкви Saint — Urbain de Troyes, построенной въ послѣдніе года XIII вѣка.

Чер. 1654 (атласъ) представляетъ главныя входныя двери въ соборѣ въ Rouen, выстроеномъ въ началѣ XIV вѣка. Со стилемъ возрожденія появились вновь круговыя арочныя покрытія дверей и форму и украшенія дверямъ начали придавать вполнѣ соотвѣтствовавшія общему характеру отдѣлки зданія.

На чер. 1655 (атласъ) представлена главная входная дверь церкви Saint Maclou въ Rouen, на чер. 1656 (атласъ) показана парадная дверь de l'hôtel de Vogüé въ Дижонѣ. Оба эти зданія построены въ стилѣ возрожденія.

Входныя двери при частныхъ зданіяхъ устраивались въ XII и XIII столѣтіяхъ сходно съ главными церковными дверями, чер. 1651 (атласъ).

На чер. 1651 (атласъ) показаны двери de l'hôtel de Jacques Coeur à Bourge въ XV столѣтіи.

На чер. 1664 (атласъ) представленъ видъ наружныхъ дверей въ одномъ изъ замковъ временъ — XIV — XV столѣтій; чер. 1658 — 1660 (атласъ) представляютъ украшенія дверей въ византійскомъ и романскомъ стилѣ.

Чер. 1661—1663 (атласъ) представляютъ украшенія дверей въ стиляхъ Людовика XIV и XV въ XIX-мъ столѣтіи, часто примѣняемыя и въ настоящее время.

§ 153. Устройство дверей деревянныхъ. а) По роду зданій, въ которыхъ устраиваются двери, онѣ могутъ быть: дверями *жилыхъ домовъ*, *церковными*, *тюремными*, *публичныхъ зданій* и проч.

По мѣсту своего расположенія въ зданіяхъ двери раздѣляются: на *наружныя*, отдѣляющія сѣни или лѣстницы отъ улицы или двора и жилыя помѣщенія отъ прилегающихъ къ нимъ балконовъ; на *внутреннія*, устраиваемыя внутри жилыхъ помѣщеній, для отдѣленія комнатъ отъ лѣстницъ парадной и черной, причемъ имъ присваиваются названія дверей *парадныхъ* или *заднихъ*; для отдѣленія одной комнаты отъ другой, причемъ онѣ называются *комнатными*; на *чердачныя* — отдѣляющія чердаки отъ черныхъ лѣстницъ и одни чердаки отъ другихъ; чердачныя двери, устраиваемыя въ брандмауэрахъ, называются *брандмауэрными* дверями; на *подвальныя*, устра-

иваемыя для входа въ подвалы и отдѣляющія одинъ подвалъ отъ другого; на двери для разнаго рода службъ, причемъ онѣ могутъ называться: *прачешными, кухонными, конюшенными* и проч.

Двери *церковныя* подраздѣляются на *входныя, главныя* и *боковыя, ризничныя, алтарныя* и, наконецъ, двери, устраиваемыя въ иконостасахъ, которыя носятъ названія *царскихъ, сѣверныхъ* и *южныхъ*.

По роду матеріала, изъ котораго изготовляютъ двери, онѣ подраздѣляются: на *деревянныя, на деревянныя съ просвѣтами* вверху и въ средней ихъ части, причемъ просвѣты задѣлываются стеклами и самыя двери называются *стеклянными;* на деревянныя *обитыя желѣзомъ* и *цѣльныя металлическія*.

Каждая изъ дверей состоитъ изъ одного или двухъ щитовъ, называемыхъ *створами* или *полотнищами*, цѣлое дверное отверстіе принято называть *двернымъ проемомъ*. При значительной высотѣ дверей и въ томъ случаѣ, когда необходимо освѣтить сосѣднее помѣщеніе — комнату или корридоръ и т. п., верхняя ихъ часть иногда дѣлается неподвижною и называется *фрамугою*.

По работѣ и способу изготовленія дверныхъ полотнищъ, деревянныя двери подраздѣляются: на *простыя плотничныя* или *щитовыя* и на *столярныя* или *филенчатыя*. Тѣ и другія двери, смотря по числу, размѣру и роду изготовленія дверныхъ створовъ или полотнищъ, подраздѣляются еще на *одностворчатыя*, *полуторныя*, *двустворчатыя, раздвижныя* и *складныя*.

При сообщеніи теплаго пространства непосредственно съ холоднымъ, двери дѣлаются *двойныя*. Онѣ навѣшиваются на двойныя закладныя рамы, скрѣпленныя между собою желѣзными скобками. Въ большинствѣ случаевъ, взамѣнъ рамъ, между двойными дверями устраиваютъ изъ досчатыхъ или филенчатыхъ щитовъ *коробку*, по размѣрамъ равную толщинѣ стѣны.

Въ случаѣ необходимости придать коробкѣ размѣры, превышающіе толщину стѣны, коробка дѣлается больше и получаетъ названіе *тамбура*.

b) *Матеріалы для изготовленія деревянныхъ дверей.* Глав-

нымъ матеріаломъ для изготовленія деревянныхъ дверей очевидно, есть дерево, части котораго, въ видѣ брусковъ, досокъ или филенокъ, при помощи особыхъ врубокъ, сплачиваются между собою, связываются клеемъ и иногда скрѣпляются гвоздями, винтами и металлическими наугольниками.

При выборѣ лѣса для изготовленія дверей, въ особенности столярныхъ филенчатыхъ, необходимо имѣть въ виду, чтобы онъ былъ самаго лучшаго качества, иначе, какъ бы ни была тщательна работа, двери, если не въ началѣ, то въ послѣдствіи, попортятся. Не слѣдуетъ употреблять въ работу дерево, обильно покрытое сучьями; дерево, имѣющее трещины, идущія въ видѣ звѣзды отъ центра поперечнаго разрѣза, извѣстное подъ названіемъ *мерзлаго;* дерево съ вертикальными трещинами, т. е. по длинѣ волоконъ, образующихся отъ скораго высыханія верхнихъ слоевъ въ то время, когда внутренніе еще не потеряли своихъ соковъ; дерево, попорченное червоточинами; дерево свѣжеватое, непрямослойное и, наконецъ, дерево сырое. Особенно слѣдуетъ обращать вниманіе на то, чтобы двери были сдѣланы изъ дерева сухого. Въ продажѣ сухое дерево встрѣчается рѣдко, но обыкновенно до употребленія его въ дѣло, предназначаемое для чистыхъ плотничныхъ работъ, сушатъ не менѣе $1^1/_2$ года, а для чистыхъ столярныхъ работъ не менѣе 5 лѣтъ. Вообще дерево, идущее для производства столярныхъ работъ, сушится въ теплыхъ мастерскихъ. Для ускоренія сушки, въ большихъ мастерскихъ доски сушатся помощью пара.

Доски сосновыя и еловыя, употребляемыя на изготовленіе плотничныхъ и столярныхъ дверей, должны быть чистыя, обрѣзныя, безъ заболони. Въ продажѣ такая доска обыкновенно бываетъ длиною 7, 9 и 12 арш., толщиною отъ $^1/_2$ до 4 дюйм.

Клей обыкновенный приготовляется изъ кожевенныхъ обрѣзковъ или остатковъ, называемыхъ мездрою, почему и называется *мездрянымъ* или *шубнымъ*. Достоинства хорошаго клея выражаются его чистотой, скорой растворимостью въ горячей или теплой водѣ, нескомкиваніемъ подъ кистью при покрытіи имъ предметовъ, равной тягучестью и скорымъ высыханіемъ. При всемъ этомъ, онъ долженъ обладать слабымъ

запахомъ. По мѣстамъ изготовленія, въ продажѣ клей называется Угличскимъ, Казанскимъ, Асташевскимъ и продается въ толстыхъ и тонкихъ прозрачныхъ и крѣпкихъ пластинкахъ.

При особенно чистыхъ столярныхъ работахъ употребляютъ иногда рыбій клей, добываемый изъ плавательныхъ пузырей рыбъ. Лучшій сортъ клея добывается изъ бѣлужьихъ пузырей. Клей этотъ крѣпче мездринщаго, т. е. болѣе сопротивляется вліянію сырости и чище. Ежели взять поровну мездриннаго и рыбьяго клею, размочить въ водѣ порознь, процѣдить и, смѣшавъ вмѣстѣ, сварить, то получится хорошій сортъ клею, выдерживающій всякую сырость и мокроту.

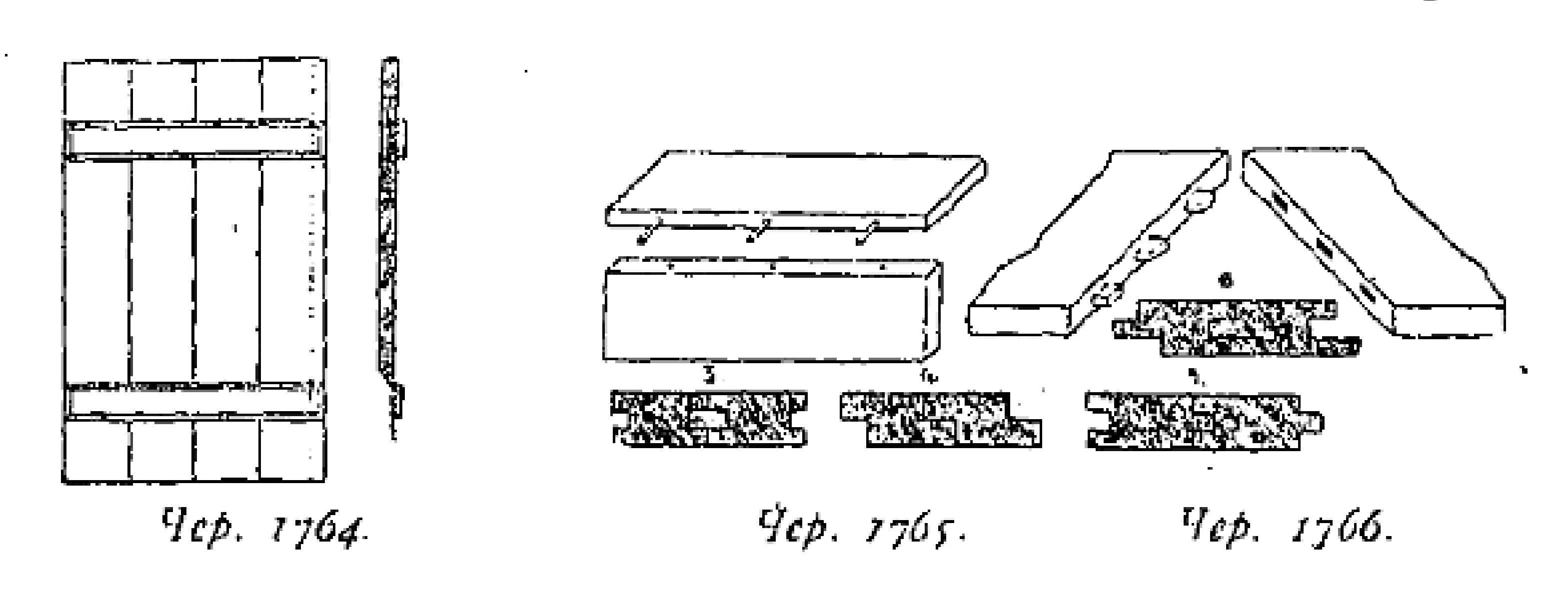
c) *Плотничныя щитовыя двери.* Щитомъ вообще называется нѣсколько досокъ, соединенныхъ между собою кромками. Смотря по числу рядовъ досокъ въ щитѣ, способу соединенія ихъ между собою и роду ихъ скрѣпленія, плотничныя или щитовыя двери подраздѣляются на:

Щитовыя двери на шпонкахъ — дѣлаются изъ досокъ, обыкновенно, еловыхъ или сосновыхъ, чисто выструганныхъ съ обѣихъ сторонъ и плотно пригнанныхъ между собою кромками. Толщина досокъ отъ 2 до 2½ дюйм. По ширинѣ двери дѣлаются не болѣе какъ въ 4 или 5 досокъ. Отступя около 5 верш. съ обоихъ концовъ двери, поперегъ досокъ вынимаются *шпунты* (прямоугольныя углубленія), въ которые загоняются плотно заранѣе приготовленные бруски, называемые *шпонками*. Какъ шпунты, такъ и соотвѣтственныя имъ шпонки, могутъ имѣть прямоугольное сѣченіе, одинаковое во всю длину, постепенно уменьшающееся къ одному концу и, наконецъ, въ видѣ сковородника или лапы. Для большей прочности дверей шпонки обыкновенно дѣлаются изъ совершенно сухого и по возможности болѣе плотнаго дерева (дубъ, лиственница и проч.). Оструржка досокъ, кромѣ приданія дверямъ болѣе красиваго вида, предохраняетъ доски отъ задержанія на поверхности ихъ дождевой воды, впитыванія сырости, а слѣдовательно и скорой гнили. Оструржка досокъ особенно необходима на наружной поверхности входныхъ дверей. Съ тою же цѣлью стараются загонять шпонки не съ наружной, а исключительно съ внутренней стороны дверей. Кромѣ скрѣпленія и связи досокъ между собою, шпонки служатъ

мѣстомъ прикрѣпленія къ дверямъ желѣзныхъ полосъ, называемыхъ навѣсными петлями, которыя навѣшиваются на соотвѣтственные имъ крюки, укрѣпленные въ дверномъ косякѣ.

Поперечныя кромки досокъ ровно спиливаются по размѣру дверного отверстія закладной рамы или дверного косяка, а для образованія притвора въ продольномъ краѣ доски вынимается четверть, чер. 1764 (текстъ).

Для болѣе прочной связи досокъ щитовыхъ дверей между собою, ихъ сплачиваютъ простыми шипами. Въ точно и старательно пригнанныхъ кромкахъ досокъ выдалбливаютъ гнѣзда для шиповъ, въ 1 дюймъ шириною, въ 3 дюйма длиною и 2½ дюйма глубиною; гнѣзда располагаются, смотря по длинѣ досокъ, на нѣкоторомъ разстояніи одно отъ другого и должны точно приходиться: гнѣзда одной доски противъ



Чер. 1764. Чер. 1765. Чер. 1766.

гнѣздъ прилегающей другой доски; послѣ того дѣлаются изъ кусковъ дерева шипы, у которыхъ кромки при торцѣ накось закругляются, чтобы при заколачиваніи не зацѣплялись, чер. 1765—1766 (текстъ).

Доски могутъ быть также сплочены между собою помощью вставныхъ шиповъ по длинѣ доски, чер. 1765—3 (текстъ), въ закрой, чер. 1765—4 (текстъ), и въ шпунтъ, чер. 1765—5 (текстъ). Послѣдній способъ сплачиванія досокъ чаще всего употребляется при изготовленіи щитовыхъ дверей; въ продольной кромкѣ тщательно пригнанной и выстроганной доски снимаютъ съ обѣихъ сторонъ по одной трети толщины, чрезъ что получается гребень или перо, потомъ вынимаютъ въ кромкѣ прилегающей доски соотвѣтственныхъ перу или гребню размѣровъ желобокъ или шпунтъ, въ который плотно входитъ соотвѣтственный гребень сосѣдней доски.

Изготовленныя вышеописаннымъ способомъ двери представляютъ самый простой образецъ дверей, примѣняемый въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ дверей не требуется красиваго вида, а желаютъ устроить двери возможно проще и дешевле.

Кромѣ простоты и дешевизны, двери эти удовлетворяютъ условіямъ прочности въ мѣстахъ, подверженныхъ сырости, и въ этомъ случаѣ имѣютъ преимущество передъ дверями оклейиыми, такъ какъ клей, отъ дѣйствія сырости, теряетъ свою крѣпость и вмѣстѣ съ тѣмъ теряется всякая связь склеенныхъ между собою частей двери. Для большей гарантіи противъ вреднаго вліянія сырости, кромѣ остружки досокъ, и помѣщенія шпонокъ съ внутренней стороны дверей, полезно еще окрашивать двери съ внутренней и наружной сторонъ масляною краскою съ зашпаклевкою щелей и сучьевъ.

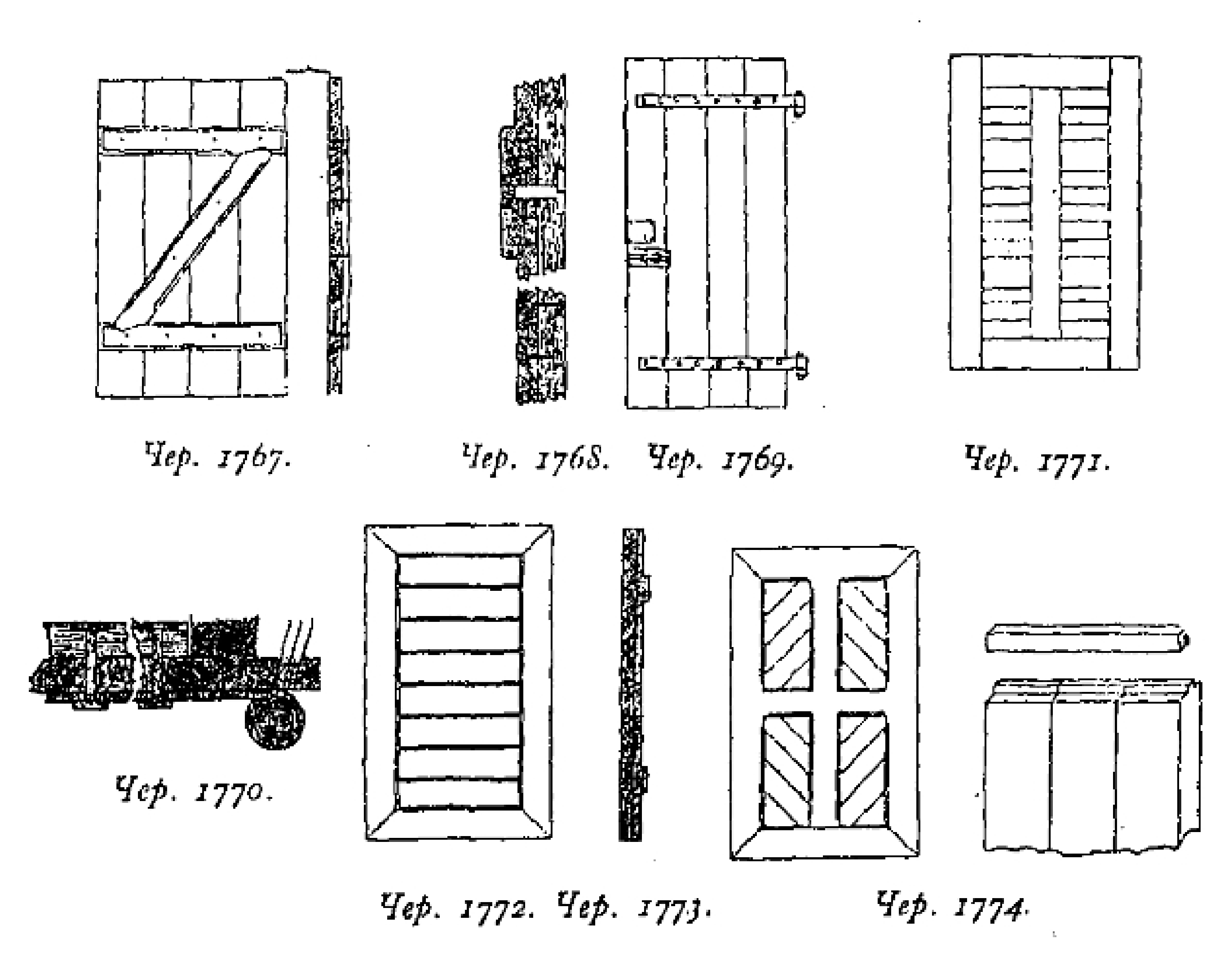
Описанныя выше двери устраиваются при входахъ въ деревенскія избы, въ подвалы, чердаки, погреба, конюшни, хлѣва, сѣновалы, склады, прачешныя, отдѣльныя кухни, дворницкія и проч. Наиболѣе практикуемые размѣры плотничныхъ или щитовыхъ дверей бываютъ: шириною отъ 3½ до 4 фут., а высотою отъ 7 до 8 фут., ширина шпонокъ отъ 2½ до 4 дюйм. Шпунтъ для шпонокъ (нагродный шпунтъ) прорѣзывается и пропиливается на глубинѣ въ доскѣ на ¼ дюйма.

Плотничныя или щитовыя двери, скрѣпленныя гвоздями, винтами или болтиками. Иногда, взамѣнъ шпонокъ, щиты чисто выстроганныхъ и тщательно пригнанныхъ между собою досокъ скрѣпляютъ горизонтальными брусками, которые не врубаются въ доски, какъ шпонки, а доски прибиваются къ нимъ костыльковыми гвоздями, привинчиваются винтами для дерева или же взаимно скрѣпляются съ ними болтиками съ гайками. Образецъ такихъ дверей представленъ на чер. 1767 (текстъ). Горизонтальные бруски для большей прочности скрѣплены раскоснымъ брускомъ, соединеннымъ въ свою очередь съ досками щита гвоздями или винтами. Двери эти дороже обыкновенныхъ плотничныхъ на шпонкахъ, но за то представляютъ большее обезпеченіе противу разъединенія досокъ и вообще гораздо прочнѣе противу первыхъ.

Въ случаѣ необходимости придать двери еще большую

прочность, взамѣнъ одного ряда досокъ, изготовляютъ двери изъ 2-хъ рядовъ, причемъ одинъ рядъ досокъ располагается горизонтально, а другой вертикально, и оба ряда скрѣпляются насквозь гвоздями, винтами или болтиками. Доски каждаго изъ рядовъ или просто сплачиваются между собою плотно пригнанными кромками, на шипы, въ закрой или шпунтомъ, чер. 1768—1770 (текстъ).

Не ограничиваясь одними горизонтальными брусками иногда связываютъ цѣлыя рамы, которыя еще скрѣпляютъ



Чер. 1767. Чер. 1768. Чер. 1769. Чер. 1771.

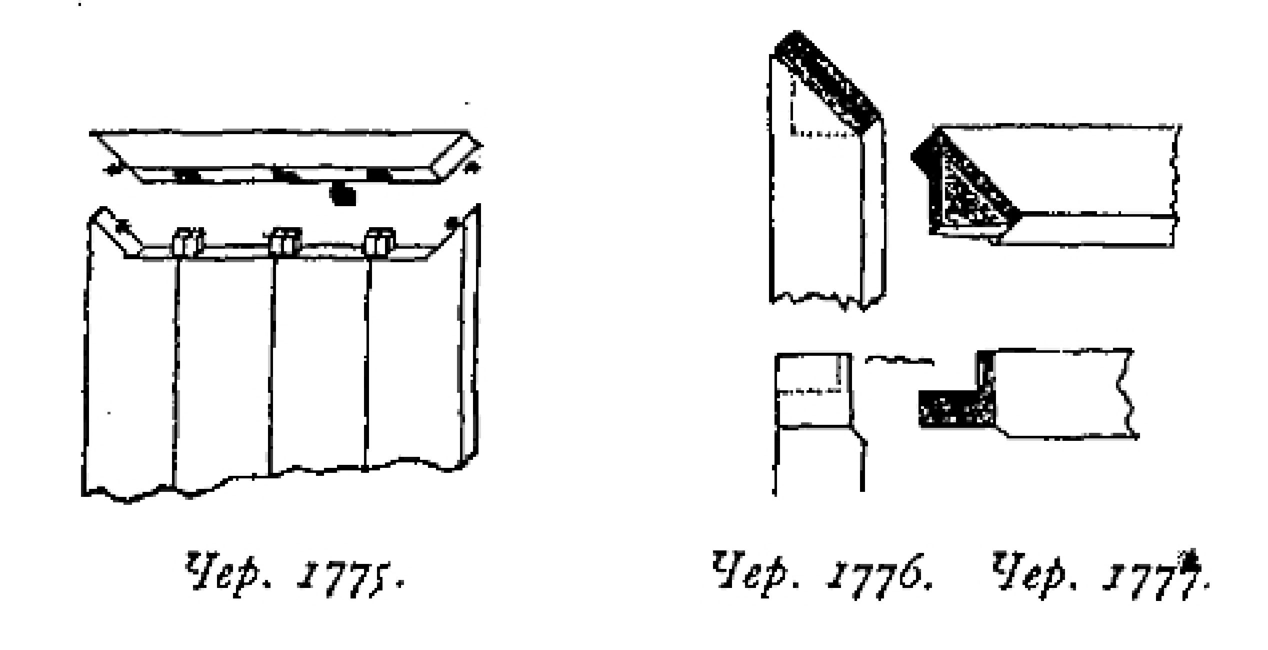
Чер. 1770.

Чер. 1772. Чер. 1773. Чер. 1774.

вертикальными и горизонтальными брусками внутри (средниками) и къ этимъ рамамъ наколачиваютъ щиты изъ тонкихъ досокъ, чер. 1771—1773 (текстъ). Очевидно, что при разнообразномъ, въ различныхъ направленіяхъ, расположеніи досокъ, можно получить много различныхъ рисунковъ наружнаго вида дверей подобнаго устройства; оставляя въ швахъ досокъ дорожки и выдалбливая, какъ въ доскахъ, такъ и въ рамахъ различныя украшенія, получается возможность придавать такимъ дверямъ весьма красивый видъ, что доказы-

ваютъ устроенныя подобнымъ образомъ двери средневѣковыхъ зданій, красотѣ которыхъ много способствовали также разнообразные и нерѣдко весьма сложные рисунки петель, замковъ и прочихъ оковокъ дверей.

Плотничныя или шпунтовыя двери, связанныя въ наконечникъ и оклеiныя. При изготовленiи простыхъ плотничныхъ дверей на шпонкахъ, при наружныхъ входныхъ дверяхъ, торцы щитовъ подвергаются вредному влiянiю сырости, доски коробятся и растрескиваются; для избѣжанiя этого на концы досчатыхъ щитовъ такихъ дверей насаживаются, такъ называемые, *наконечники,* горизонтально насаженныя доски на нижнiй и верхнiй торцы двернаго полотнища. Въ наличникахъ выбирается неглубокiй шпунтъ, въ который входитъ соотвѣтствуюшiй выступъ въ торцъ щита,



Чер. 1775. Чер. 1776. Чер. 1777.

чер. 1774 (текстъ). Для образованiя шпунта въ наконечникѣ и гребня или пера на щитѣ, тщательно выстроганнаго, отфальцовываютъ съ обѣихъ сторонъ по одной трети толщины всего щита, чрезъ что получается шипъ, гребень или перо, потомъ вынимаютъ въ наконечникѣ шпунтъ или желобокъ по толщинѣ пера въ щитѣ, послѣ чего склеиваютъ ихъ вмѣстѣ.

Иногда, вмѣсто шпунта, наконечникъ соединяютъ съ торцами досокъ двернаго щита помощью шиповъ, которые нарубаются на торцахъ около швовъ досокъ такимъ образомъ, чтобы одна половина шипа была на одной сторонѣ шва, а другая на другой; въ наконечникѣ выдалбливаются соотвѣтственныя отверстiя, гнѣзда, въ которыя входятъ шипы, чер. 1775 (текстъ). Концы наконечника, при насаживанiи его

шпунтомъ, остаются видными снаружи, скоро портятся и весьма неудобны для окраски и для оклейки ихъ фанерками.

Во избѣжанiе этихъ неудобствъ, концы наконечниковъ соединяютъ съ крайними досками щита помощью соединенiй, называемыхъ *косымъ прирубомъ въ усъ*, чер. 1776 (текстъ), или *замкомъ потемочнымъ въ усъ*, чер. 1777 (текстъ).

На торцѣ наконечника, раздѣленномъ на 3 равныя части, выпиливаются крайнiя части съ обѣихъ сторонъ и получается такимъ образомъ шипъ въ видѣ 3-хъ угольной призмы; соотвѣтственно этому шипу выдалбливается въ концѣ крайней вертикальной доски гнѣздо, не насквозь, а отступя нѣсколько отъ наружной кромки доски, которое и насаживается на этотъ шипъ. На чер. 1776—1777 (текстъ) представлены два способа этихъ соединенiй: замокъ въ усъ сквозной, чер. 1776 и замокъ въ усъ потемочный, чер. 1777. Передъ насадкою наконечника, кромки досокъ должны быть тщательно выравнены, что достигается выстружкою ихъ; затѣмъ кровли намазываютъ разогрѣтымъ клеемъ и, плотно сложивъ, сжимаютъ на верстакѣ между гребешками или жимками съ помощью клиньевъ.

Въ этомъ положенiи щитъ оставляется до совершеннаго отвердѣнiя клея. Затѣмъ поверхность щита выравниваютъ стругами, торцы щита отпиливаютъ по чертѣ и на немъ дѣлаютъ тѣ нарубки (гребень, шипъ и проч.), которыя необходимы для соединенiя съ наконечникомъ.

Выше было пояснено, что въ мѣстахъ, гдѣ двери могутъ подвергаться значительной сырости, избѣгаютъ скрѣпленiя частей ихъ клеемъ, такъ какъ послѣднiй, при дѣйствiи на него влажности, теряетъ свою крѣпость.

Очевидно, что при устройствѣ дверей внутри зданiй, клей служитъ хорошимъ подспорьемъ для связи щитовыхъ досокъ между собою. Находясь постоянно въ сухомъ воздухѣ и не теряя своей крѣпости, онъ значительно усиливаетъ прочность связи частей дверныхъ полотнищъ и даетъ возможность избѣгать, при изготовленiи болѣе солидныхъ дверей, дорого стоющихъ и значительно увеличивающихъ тяжесть дверныхъ полотнищъ—гвоздей, винтовъ и болтиковъ, употребленiе которыхъ описано выше.

Съ помощью склеиванія досокъ по кромкамъ и пластамъ между собою, изготовляются двери изъ двухъ рядовъ досокъ, изъ которыхъ одинъ рядъ сплачивается горизонтально, а другой вертикально. Склеенные изъ досокъ щиты скрѣпляются, вмѣсто наконечниковъ, особою рамою, изъ болѣе толстыхъ досокъ, въ шпунты которой входитъ гребнемъ дверной щитъ со всѣхъ четырехъ сторонъ.

Описанный родъ дверей весьма часто примѣняется въ строительной практикѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ изготовляемыхъ дверей не требуется особой легкости и красоты, а главнымъ условіемъ ставится ихъ прочность, какъ то для входа въ арестанскія камеры, гауптвахты, помѣщеніе больныхъ бѣлою горячкою, кельи больныхъ буйныхъ и неистовыхъ въ домахъ умалишенныхъ и проч.

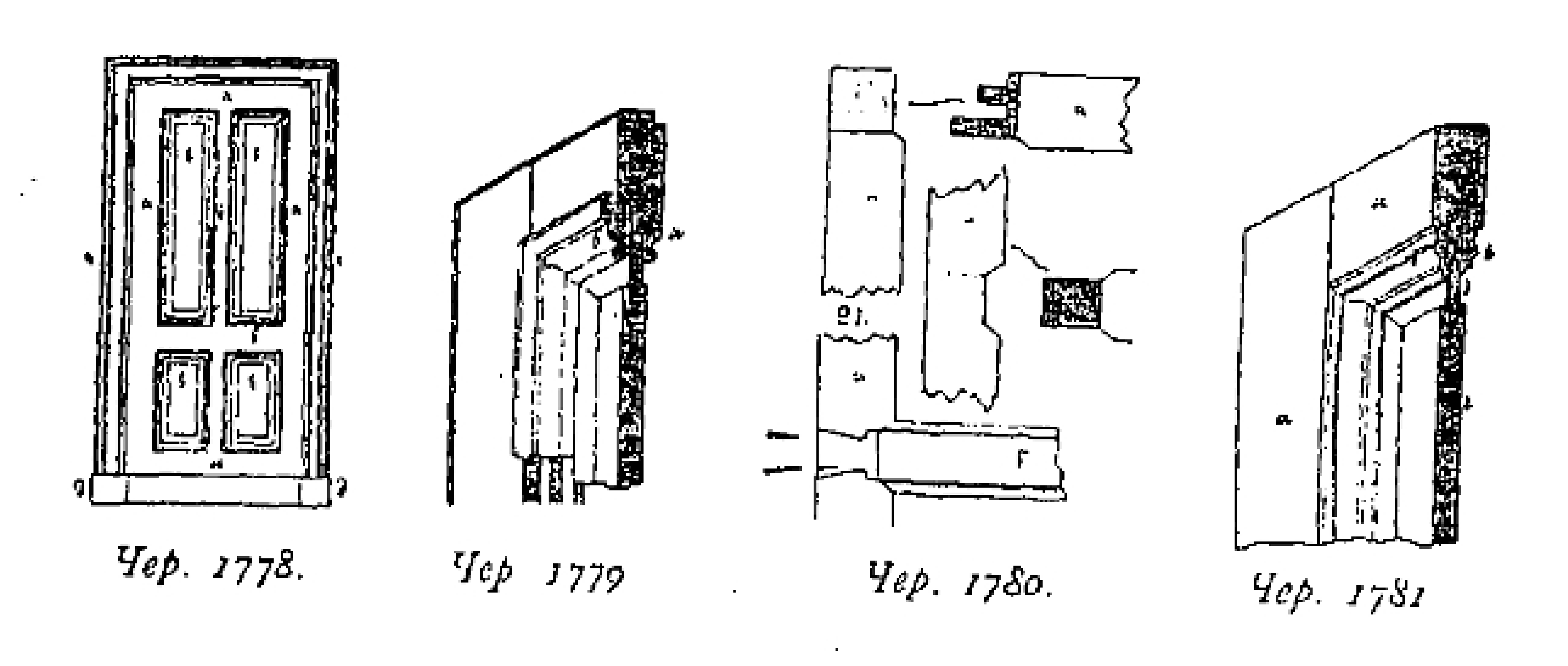
При таковыхъ дверяхъ, устраиваемыхъ въ больницахъ умалишенныхъ, внутренняя поверхность ихъ, обращенная къ помѣщенію больного, обивается вгладь въ 2 или 3 ряда войлокомъ и затѣмъ клеенкою. Въ послѣднее же время, сверхъ войлока, обиваютъ еще гуттаперчею.

d) *Двери столярныя филенчатыя.* Описанныя выше щитовыя двери, скрѣпленныя шпонками, гвоздями, винтами, болтиками и проч., очень тяжелы, а потому требуютъ, для навѣски ихъ, устройства значительныхъ размѣровъ косяковъ или рамъ и тяжеловѣсныхъ петель; состоя изъ цѣльныхъ досокъ въ длину или ширину дверного полотнища, при недостаткѣ въ продажѣ совершенно сухого лѣса, двери эти скоро портятся, доски коробятся, трескаются и расходятся одна отъ другой. Во избѣжаніе приведенныхъ выше недостатковъ, при устройствѣ дверей въ мѣстахъ, защищенныхъ отъ вліянія влажности и при требованіи отъ изготовляемыхъ дверей легкости, подвижности и красиваго вида, отдаютъ предпочтеніе дверямъ столярнымъ филенчатымъ.

Филенчатыя дверныя полотнища состоятъ каждое: изъ деревянной рамы, называемой *обвязкою*, чер. 1778 *а* (текстъ), раздѣленной, смотря по размѣрамъ двери, нѣсколькими горизонтальными, а иногда и вертикальными брусками, выпиленными изъ досокъ и называемыми *средниками*, чер. 1778 *б* (текстъ). Внутренніе края обвязки и средниковъ, обдѣланные

обломами, называются *калевками*, чер. 1779 *б* (текстъ). Въ шпунты, вынутые во внутреннихъ кромкахъ обвязки и средниковъ, впускаются гребни тонкихъ досчатыхъ щитовъ, называемыхъ *филенками*, чер. 1778 *в* (текстъ). Всѣ поименованныя выше части двернаго полотнища, кромѣ столярныхъ соединенiй, скрѣпляются между собою клеемъ, а при значительнаго размѣра дверяхъ и металлическими наугольниками.

Обвязки и средники изготовляются обыкновенно изъ досокъ толщиною отъ 2 до 3 дюйм. и бываютъ при обыкновенныхъ дверяхъ *цѣльные*, а при болѣе высокихъ и роскошныхъ дверяхъ, въ особенности изъ дорогихъ деревьевъ



Чер. 1778. Чер 1779 Чер. 1780. Чер. 1781

(краснаго, орѣховаго и др.), скленные пластомъ изъ, 2, 3 и болѣе рядовъ тонкихъ досокъ. Въ Россiи принято обыкновенно ихъ склеивать изъ двухъ рядовъ досокъ, толщиною 1½ дюйма.

Ширинѣ брусковъ обвязки вертикальныхъ, горизонтальныхъ и средниковъ придаются размѣрѣ отъ 4 до 6 дюйм. При дверяхъ болѣе сложныхъ рисунковъ они дѣлаются шире, смотря по общимъ размѣрамъ дверей. При обыкновенныхъ размѣрахъ ширины, бруски эти стараются изготовлять изъ одной цѣльной доски, раздѣляя ее по ширинѣ на 2 части, чрезъ что получается симметричное расположенiе волоконъ дерева въ соотвѣтствующихъ брусьяхъ двернаго полотнища.

Соблюденiе послѣдняго особенно важно при дверяхъ, не

окрашиваемыхъ масляною краскою и неоклеиваемыхъ фанерами, а предназначенныхъ къ полировкѣ или отдѣлкѣ подъ воскъ. Соединенiе горизонтальныхъ брусковъ обвязки съ вертикальными брусками въ углахъ обозначено на чер. 1780 (текстъ). Какъ видно изъ чертежей, соединенiя эти дѣлаются въ одинъ или два шипа, замкомъ сквознымъ или потемочнымъ въ усъ. Соединенiе средниковъ *(б)* съ обвязкою *(а)* обозначены тоже на чер. 1780 (текстъ); они могутъ дѣлаться въ видѣ обыкновеннаго шипа со срѣзанными краями, или же, для большей крѣпости, въ видѣ лапы или сковородника, съ заклинкою клиньями.

Для соединенiя съ обвязкою и средниками, края филенокъ, на разстоянiи около 1½ верш. отъ обвязки, скашиваются съ 4 сторонъ, что называется у столяровъ *сбавкою на фаску*, чер. 1781 *д* (текстъ). Для болѣе красиваго вида при началѣ скашиванiя фаска немного зарѣзывается въ видѣ уступа, со всѣхъ четырехъ сторонъ филенки. При соединенiи гребня или фаски филенки со шпунтомъ обвязки необходимо оставлять небольшой запасъ на случай разбуханiя дерева.

По числу филенокъ, филенчатыя дверныя полотнища называются: 2-хъ, 3-хъ, 4-хъ и т. д. филенчатыми или же объ одномъ, двухъ, трехъ и. т. д. средникахъ. Филенки могутъ быть, смотря по рисунку, равной и неравной величины. При назначенiи размѣровъ неравной величины филенокъ, для болѣе красиваго вида дверей, необходимо, чтобы размѣры сосѣднихъ филенокъ значительно отличались величиною одна отъ другой. Филенки, также какъ и бруски обвязки, обыкновенно дѣлаются изъ цѣльнаго дерева, но при болѣе дорогихъ дверяхъ и значительныхъ ихъ размѣрахъ могутъ быть склеиваемы изъ 2 и болѣе рядовъ тонкихъ досокъ пластомъ. При дверяхъ, полируемыхъ или отдѣлываемыхъ подъ воскъ, необходимо тщательно подбирать дерево на филенки, съ совершенно симметричнымъ расположенiемъ волоконъ въ соотвѣтственныхъ филенкахъ обоихъ створовъ двери. Толщина филенокъ цѣльныхъ при обыкновенныхъ дверяхъ бываютъ отъ ¾ до 1½ дюйма.

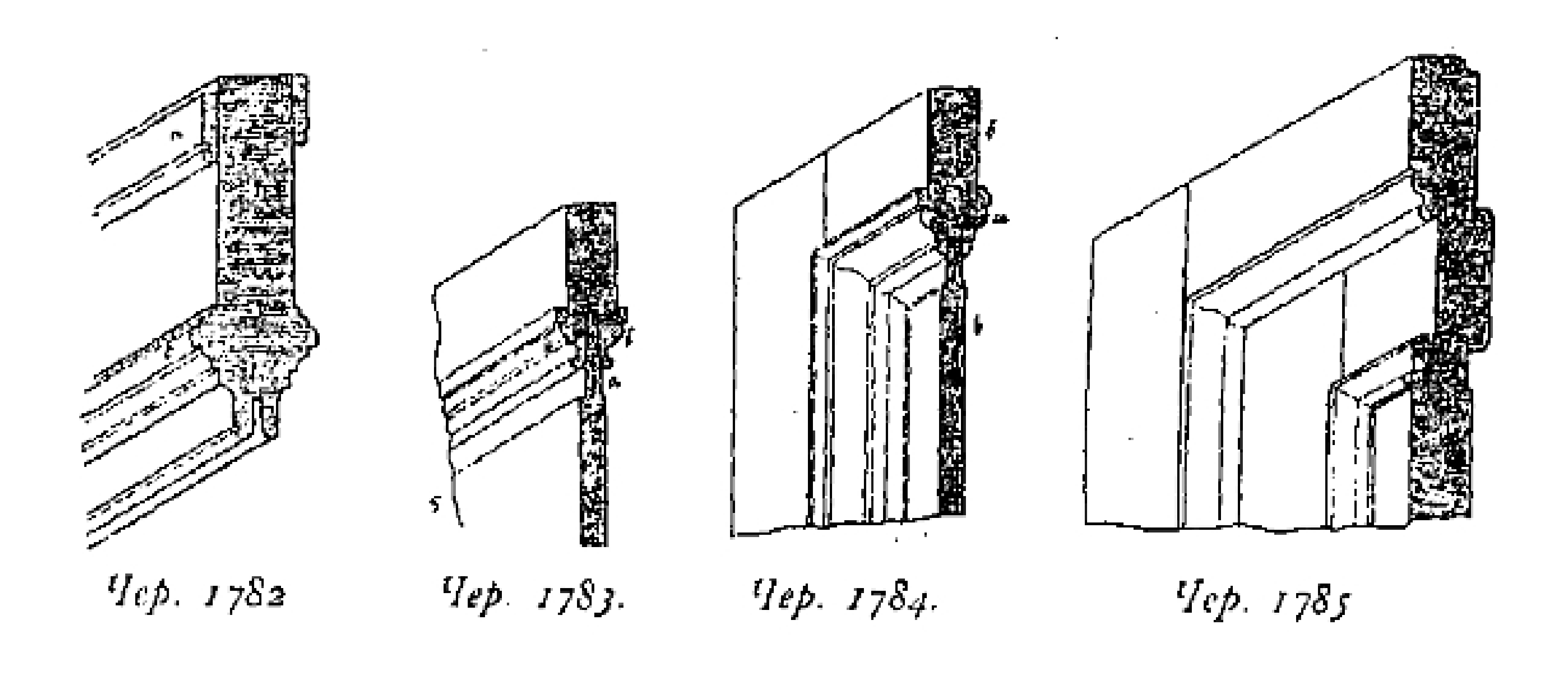
На чер. 1781 (текстъ) представленъ профидь обвязки съ

отдѣлкою внутреннихъ кромокъ ея въ видѣ цѣльной калевки *(в в)*.

На чер. 1782 (текстъ) представленъ профиль значительныхъ размѣровъ обвязки, причемъ послѣдняя, для уменьшенія ширины ея снаружи, снабжена прибитымъ къ ней брускомъ *а*.

На чер. 1779 (текстъ) показанъ профиль обвязки и филенки, украшенныхъ при ихъ соединеніи съ одной стороны *а) цѣльною,* а съ противоположной стороны *окладной калевкой (б)*.

Окладныя калевки значительно облегчаютъ украшеніе дверей; онѣ приготовляются преимущественно столярами,



Чер. 1782. Чер. 1783. Чер. 1784. Чер. 1785.

въ большихъ же городахъ ихъ всегда можно имѣть готовыми на фабрикахъ, различиыхъ рисунковъ и изготовленныя изъ совершенно сухаго дерева.

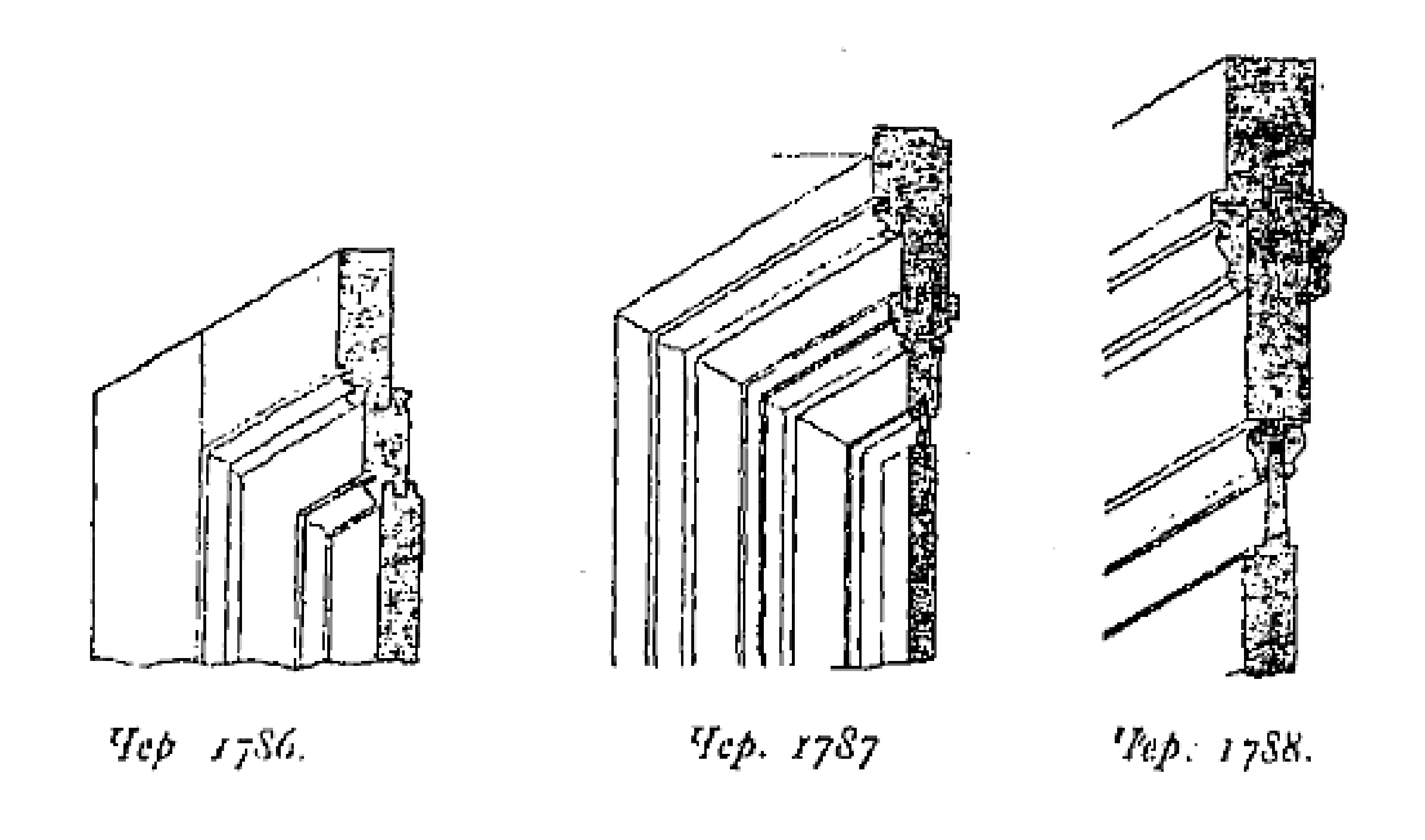
Съ помощью окладныхъ калевокъ получается возможность значительно уменьшать размѣры обвязокъ, работа ихъ (машинами) легче и чище и онѣ прочнѣе цѣльныхъ калевокъ. Онѣ тщательно и точно пригоняются къ краямъ обвязки и филенокъ, соединяются въ закрой съ обвязкою и, кромѣ того, скрѣпляются клеемъ какъ съ обвязками, такъ и съ филенками.

На чер. 1779 (текстъ) обозначены обломы *(б б)* цѣльной калевки, выступающіе внаружу за поверхность обвязки, на чер. 1783 (текстъ), иаоборотъ, обломы цѣльной калевки углублены внутрь къ поверхности филенки.

На чер. 1783 (текстъ) показанъ профиль обвязки совершенно гладкой, причемъ для украшенія двери фаска филенки *(а)* охватывается съ обѣихъ сторонъ, какъ бы схватками, двумя окладными калевками *(б б)*.

На чер. 1784 (текстъ) представлена цѣльная калевка *(а)*, помѣщенная между обвязкою *(б)* и филенкою *(в)*, которыя соединяются съ ними шпунтами, такъ что филенка входитъ не въ обвязку, а въ калевку.

На чер. 1785 (текстъ) показано устройство особаго рода филенокъ, назыв. *наплавными.* Онѣ отличаются отъ обыкновенныхъ филенокъ тѣмъ, что въ кромкахъ ихъ дѣлаются шпунты, въ которые входятъ гребни обвязокъ, сами же онѣ,



Чер. 1786. Чер. 1787 Чер. 1788.

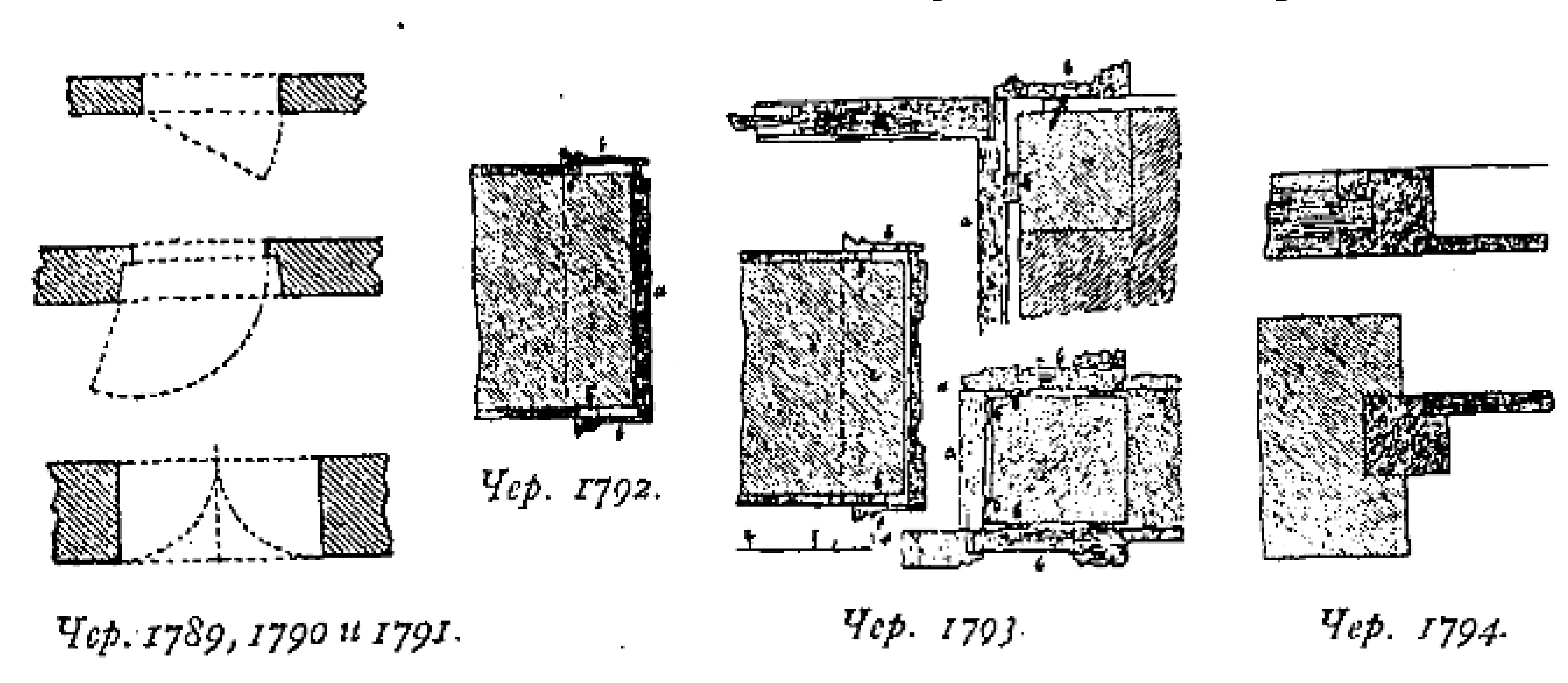
въ то же время, гребнемъ входятъ въ шпунты обвязокъ. Филенки такого рода дѣлаются обыкновенно у иаружныхъ дверей для того, чтобы лучше оградить отдѣляемыя дверями внутреннія помѣщенія отъ доступа холоднаго воздуха.

При устройствѣ наплавныхъ филенокъ толщина ихъ должна быть болѣе толщины обыкновенныхъ филенокъ, вслѣдствіе чего самыя двери выходятъ тяжелѣе, и, для большей прочности, снабжаются двойными обвязками, изготовленными также *наплавомъ,* какъ обозначено на чер. 1785 (текстъ) внизу двери и иа чер. 1786 (текстъ) вверху двери.

На чер. 1787 и 1788 (текстъ) представлены двойныя обвязки при значительнаго размѣра дверяхъ, съ обыкновен-

ными филенками; соединенія обвязокъ между собою, съ филенками съ окладными и цѣльными калевками подробно видны изъ чертежа.

е) При назначеніи высоты и ширины филенчатыхъ дверныхъ полотнищъ или створовъ, слѣдуетъ руководствоваться общимъ правиломъ при назначеніи размѣровъ всякихъ дверей, состоящимъ въ томъ, что отношеніе высоты дверныхъ отверстій къ ширинѣ ихъ имѣетъ большое вліяніе на сообщеніе зданію снаружи и помѣщеніямъ внутри его желаемаго выраженія. До нѣкотораго предѣла, чѣмъ выше дверь, тѣмъ она имѣетъ болѣе легкій и красивый видъ. Обыкновенная высота дверей на $1\frac{1}{2}$ и 2 квадрата, т. е. другими словами, высота ихъ въ полтора или два раза болѣе ширины. Дѣ-



Чер. 1789, 1790 и 1791. Чер. 1792. Чер. 1793. Чер. 1794.

лаютъ также двери въ $1\frac{3}{4}$, $2\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$ квадрата и рѣдко болѣе, Для возможности удобнаго прохода, ширина двери не должна быть уже одного аршина для дверей внутреннихъ, и двухъ аршинъ для дверей наружныхъ. Высота дверей не должна быть менѣе $2\frac{1}{2}$ аршинъ. Ширина полуторныхъ и двустворчатыхъ дверей, состоящихъ изъ двухъ створовъ, изъ которыхъ одинъ обыкновенно закрытъ, а другой служитъ для постояннаго прохода, не должна быть менѣе $1\frac{1}{2}$ для первыхъ и $\frac{3}{4}$ аршина для вторыхъ, причемъ при двустворчатыхъ дверяхъ ширина обоихъ створовъ одинакова, почему они и называются половинками, а при полуторныхъ дверяхъ створъ, обыкновенно закрываемый—уже створа, служащаго для прохода; разница въ ихъ ширинѣ доходитъ до 6 дюй-

30

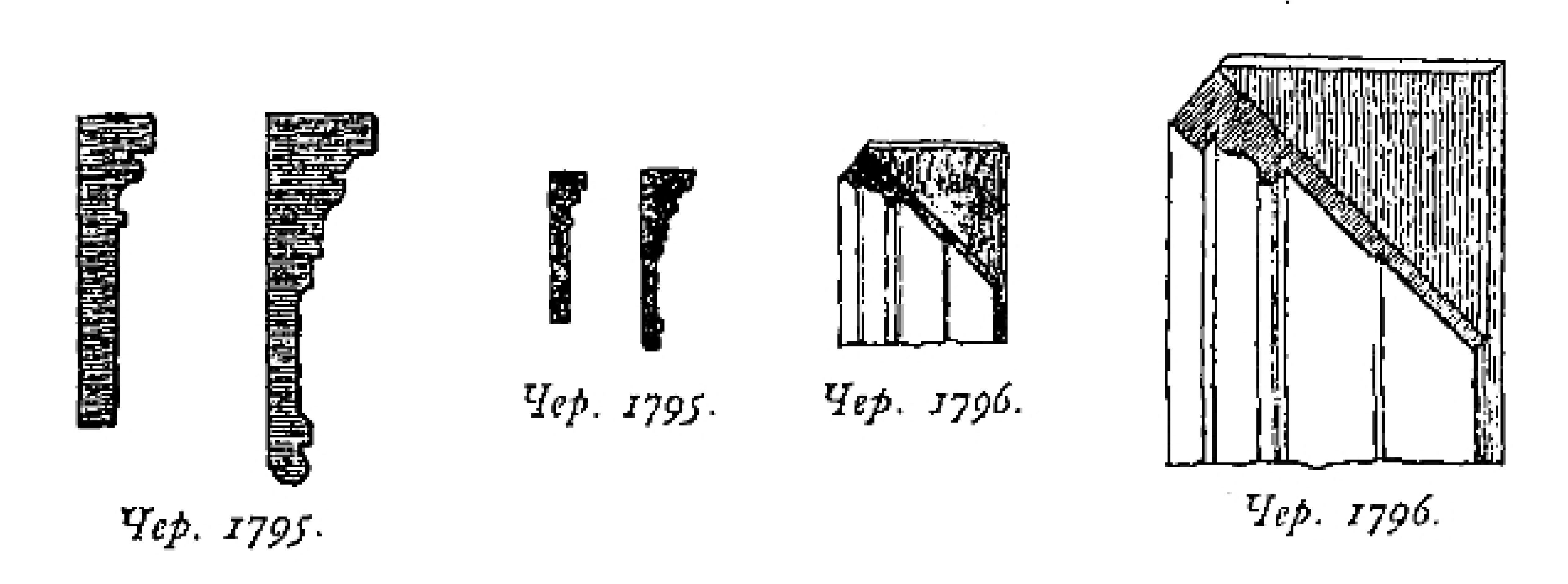
мовъ. Въ зданіяхъ, гдѣ собирается много народа, ширина дверей доходитъ до 2, $2^1/_2$, 3-хъ и болѣе аршинъ (церкви, театры, пассажирскія и багажныя залы на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ и проч.).

Смотря по роду и размѣрамъ толщины стѣнъ, двери, къ нимъ прикрѣпляемыя, могутъ быть отворяемы: всею своею шириною внѣ стѣнъ, чер. 1789 (текстъ), часть ихъ ширины находится внутри стѣнъ, чер. 1790 (текстъ) и наконецъ, при толстыхъ стѣнахъ оба створа двери отворяются внутри стѣны, чер. 1791 (текстъ). Вообще слѣдуетъ стараться помѣщать двери такимъ образомъ, чтобы по возможности, менѣе стѣснять ими комнаты и, гдѣ только можно, устраивать такъ, чтобы поверхности створовъ, хотя бы частью, находились внутри стѣны. При толстыхъ стѣнахъ, особенно въ жилыхъ помѣщеніяхъ болѣе тщательной отдѣлки, въ откосахъ дверного отверстія помѣщается, такъ называемая, *дверная коробка (а)*, чер. 1792—1793 (текстъ). Она состоитъ, смотря по роду навѣшиванія на нее дверей, изъ досчатыхъ или филенчатыхъ щитовъ, расположенныхъ по бокамъ и вверху дверного отверстія, отдѣланныхъ совершенно сходно и симметрично съ отдѣлкою навѣшанныхъ на нее дверныхъ полотнищъ. Для прикрѣпленія коробки къ каменнымъ откосамъ, закладываютъ въ стѣны, при возведеніи ихъ, куски досокъ, называемыхъ *кобылками*, чер. 1793 (текстъ), къ которымъ коробка привинчивается. Помощью петель, дверныя полотнища прикрѣпляются къ обвязкамъ или рамамъ коробки.

На чер. 1794 (текстъ) показано устройство коробки при деревянныхъ стѣнахъ и перегородкахъ.

Нижняя часть коробки называется *порогомъ*. Во внутреннихъ дверяхъ, соединяющихъ комнаты, полы которыхъ находятся въ одной плоскости, пороги или вовсе не дѣлаются, или помѣщаются въ уровнѣ съ полами, во избѣжаніе затрудненія прохода черезъ двери. Но если дверныя полотнища должны особенно плотно закрывать дверное отверстіе, какъ напр., при дверяхъ, отдѣляющихъ теплыя пространства отъ холодныхъ, то дѣлается порогъ уступомъ, высотою около $^1/_2$ дюйма, и верхъ порога нѣсколько наклоняютъ въ ту сторону, въ которую отворяются двери. Безъ этой пре-

досторожности малѣйшая осадка дверныхъ полотнищъ затруднитъ открываніе дверей. Во избѣжаніе скораго стиранія отъ ходьбы, пороги дѣлаются изъ болѣе твердаго дерева, обиваются желѣзомъ или мѣдью, а въ монументальныхъ постройкахъ изъ цѣльнаго камня. Взамѣнъ порога, многіе строители, при устройствѣ пола въ прилегающихъ теплыхъ и холодныхъ помѣщеніяхъ, возвышаютъ полъ одного помѣщенія надъ другимъ на 1/2 дюйма. Промежутки между стѣною и коробкою законопачиваютъ войлокомъ, замазываютъ алебастромъ и закрываютъ деревянною рамкою, расположенною по бокамъ и сверху дверного отверстія. Рамки эти, *в.* чер. 1792 и 1793 (текстъ), называются *наличниками.* Ширина наличниковъ составляетъ отъ 1/4 до 1/7 ширины просвѣта, дѣлаются они изъ чистыхъ досокъ толщиною отъ 1 1/2 до 2 1/2



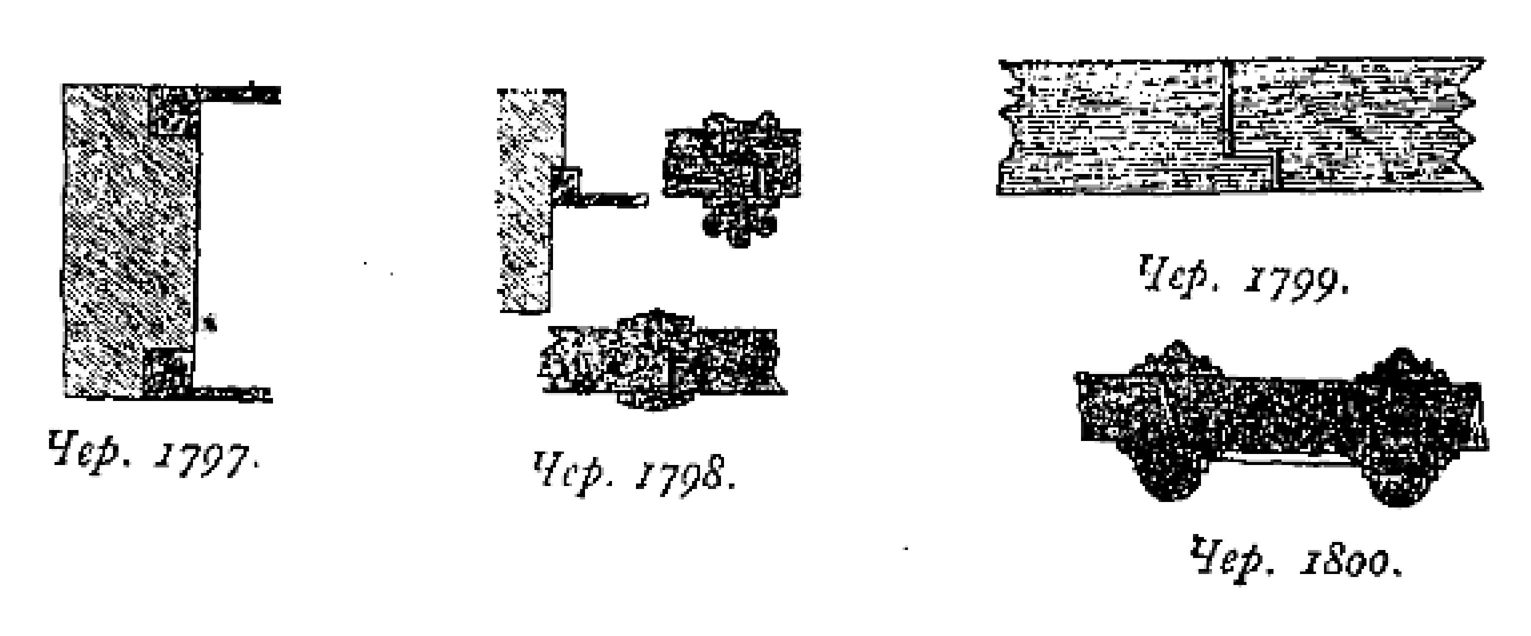
Чер. 1795. Чер. 1795. Чер. 1796. Чер. 1796.

дюймовъ. Въ углахъ наличники соединяются между собою замкомъ въ усъ, чер. 1795—1796 (текстъ), съ коробкою, или скрѣпляются костыльковыми гвоздями или винтами, которыми прибиваются или привинчиваются къ обвязкѣ коробки и къ кобылкамъ, вдѣланнымъ въ стѣну. Въ нижнихъ концахъ у пола, для лучшаго соединенія съ плинтусами, наличники ограничиваются особыми досчечками, называемыми тумбами, чер. 1778 *д* (текстъ).

Вообще отдѣлка и рисунокъ наличниковъ находятся въ прямой зависимости отъ отдѣлки и рисунка дверныхъ полотнищъ. Изъ какого дерева изготовляются дверные створы, изъ того же дерева дѣлаются и наличники; при простой отдѣлкѣ филенчатыхъ дверныхъ щитовъ, рисунокъ наличника менѣе сложный, при болѣе богатой и роскошной отдѣлкѣ

дверей, наличники, ихъ ограничивающіе, изготовляются болѣе сложнаго рисунка и отдѣлываются соотвѣтственными украшеніями, какъ рѣзьбой, и т. п.

Для плотнаго соединенія дверныхъ полотнищъ, при затворѣ дверей, при одностворчатыхъ дверяхъ съ косяками закладныхъ рамъ или обвязками коробокъ, а при полуторныхъ или двухстворчатыхъ дверяхъ однихъ съ другими, вынимаются четверти въ косякахъ и обвязкахъ коробокъ въ первомъ случаѣ, чер. 1794, 1797 (текстъ), а во второмъ — кромки двухъ дверныхъ полотнищъ соединяются въ четверть между собою, чер. 1798 и 1799 (текстъ), образуя такъ называемый *притворъ:* кромки прилегающихъ другъ къ другу двухъ обвязокъ дверныхъ полотнищъ скашиваются наискось, чер. 1800 (текстъ). Для большей плотности притвора, обра-



Чер. 1797. *Чер. 1798.* *Чер. 1799.* *Чер. 1800.*

зуемый при немъ шовъ закрывается особою рейкою, въ родѣ вертикальной окладной калевки.

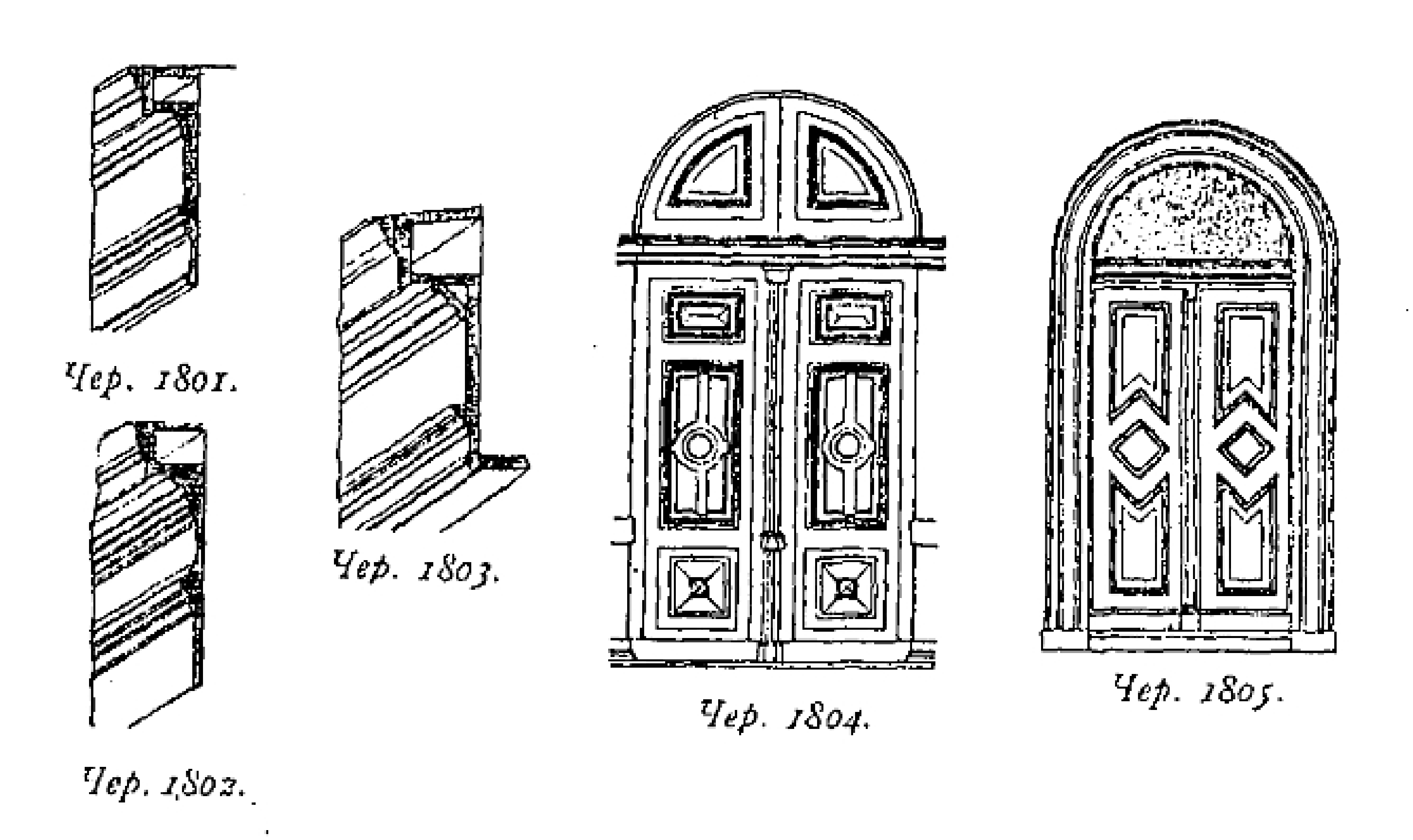
При двустворчатыхъ дверяхъ эти рейки приходятся по срединѣ дверного отверстія. При полуторныхъ дверяхъ онѣ располагаются симметрично, въ два ряда, чер. 1800 (текстъ), для того, чтобы сдѣлать незамѣтнымъ для глаза неравенство ширины дверныхъ створовъ. На чер. 1798 (текстъ) показано устройство притворовъ съ различнаго вида рейками или калевками.

Верхнія и боковыя кромки дверныхъ полотнищъ тщательно и плотно должны быть пригнаны къ четвертямъ, вынутымъ въ закладныхъ рамахъ или въ обвязкахъ коробокъ. Надъ дверными отверстіями, при наружныхъ дверяхъ, для защиты ихъ отъ дѣйствія дождевой воды, а при внутрен-

нихъ—съ цѣлію придать имъ болѣе красивый видъ, устраиваютъ карнизъ. При наружныхъ дверяхъ карнизы покрываются наклонною доскою, иначе дождь и снѣгъ будутъ застаиваться на ихъ верхней поверхности. Высота карнизовъ обыкновенно дѣлается равной или нѣсколько болѣе ширины наличниковъ.

Чтобы придать двери болѣе высоты, между наличникомъ и карнизомъ помѣщается гладкій поясъ (фризъ), высота котораго также равна ширинѣ наличника; его украшаютъ иногда орнаментами.

На чер. 1801—1803 (текстъ) показаны детали устройства деревянныхъ карнизовъ надъ внутренними дверьми. Карнизы,



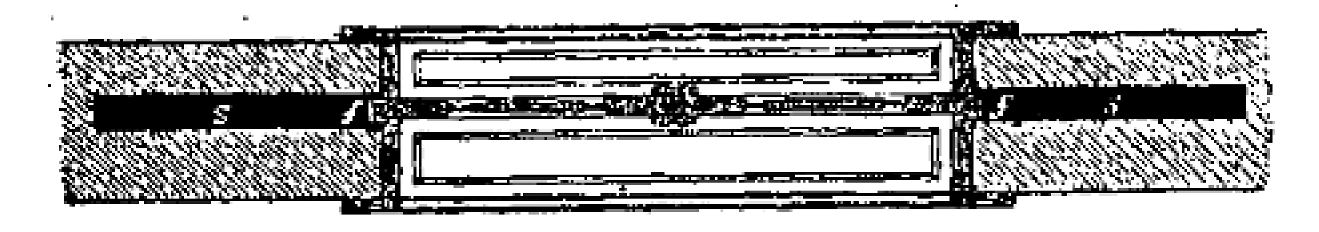
Чер. 1801. *Чер. 1802.* *Чер. 1803.* *Чер. 1804.* *Чер. 1805.*

вѣнчающіе внутреннія двери, дѣлаются обыкновенно безъ фронтоновъ.

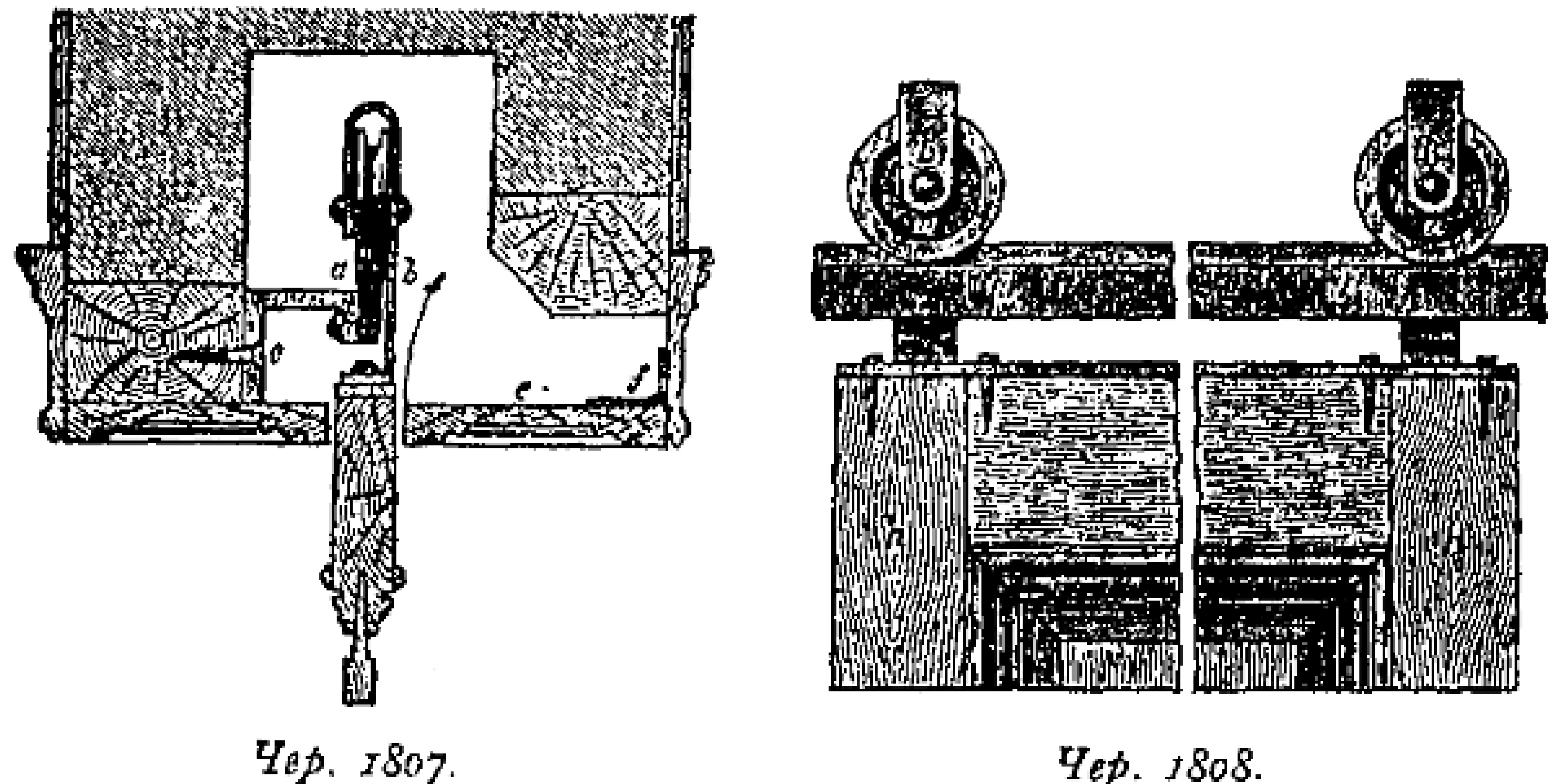
При очень высокихъ дверяхъ верхняя ихъ часть дѣлается неподвижною и называется *фрамугою* или *оберъ-лихтомъ*, чер. 1804 (текстъ). При отдѣленіи дверьми свѣтлыхъ помѣщеній отъ темныхъ, а также въ наружныхъ входныхъ дверяхъ, въ фрамугахъ дѣлаются окна; они замѣняются оконными переплетами, а въ болѣе богатыхъ домахъ цѣльными стеклами, чер. 1805 (текстъ). При наружныхъ дверяхъ фрамуги, кромѣ стеколъ, снабжаются металлическими рѣшет-

ками, устраиваемыми такимъ образомъ, чтобы онѣ могли быть снимаемы для промыванія стеколъ.

Для той же цѣли и такимъ же образомъ дѣлаются иногда, такъ называемые, просвѣты, взамѣнъ филенчатыхъ глухихъ щитовъ, въ самыхъ дверяхъ, причемъ нижняя часть дверныхъ полотнищъ, на высоту отъ 3-хъ до 4-хъ футовъ остается глухою, остальная же часть представляетъ оконный переплетъ или же, при болѣе богатой отдѣлкѣ, заполняется вплоть до верхняго бруса обвязки цѣльнымъ, обыкновенно зеркальнымъ



Чер. 1806.



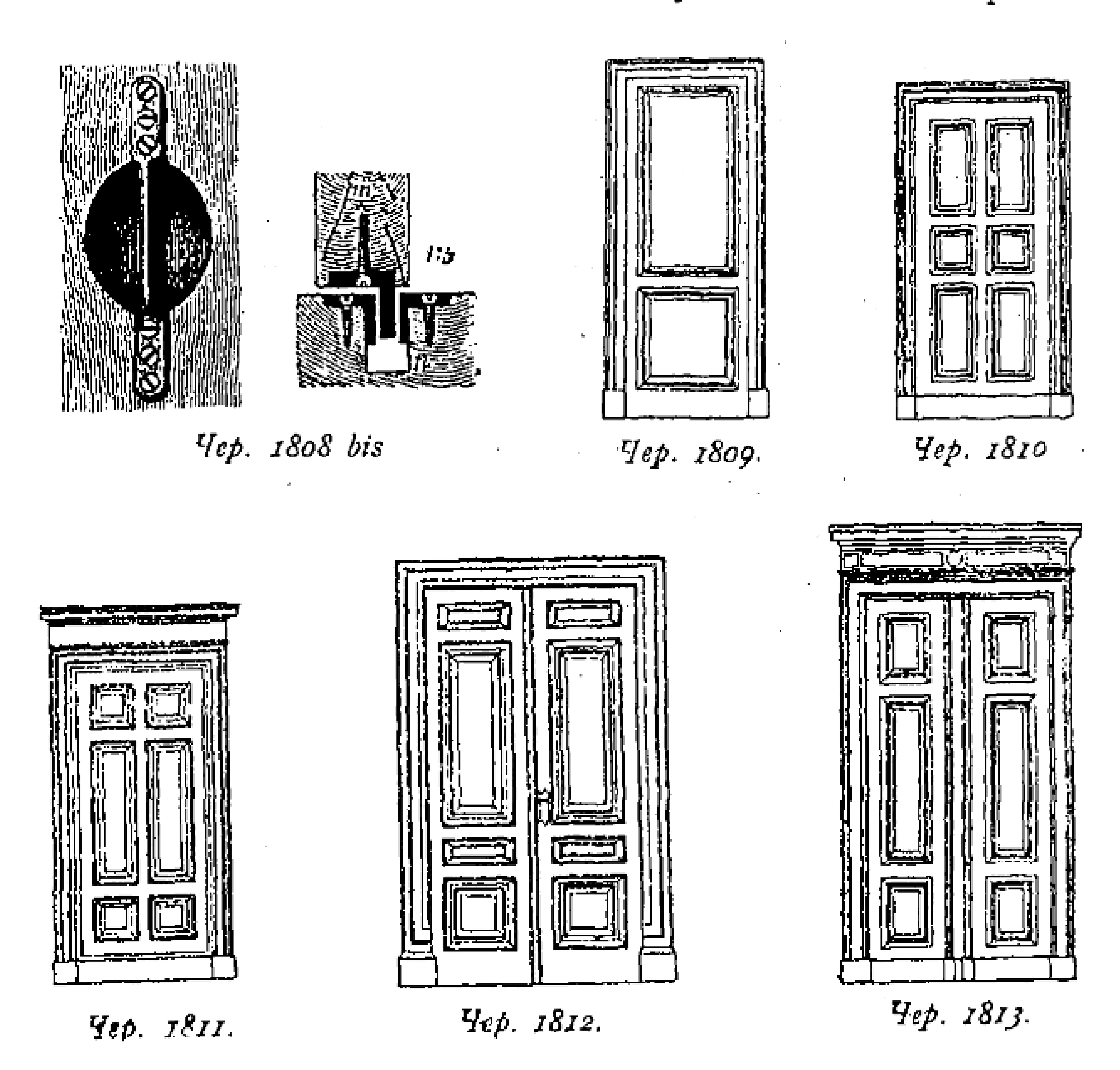
Чер. 1807.

Чер. 1808.

стекломъ. Такія двери весьма часто примѣняются при входахъ съ улицъ въ швейцарскія богатыхъ домовъ; при комнатахъ, прилегающихъ къ темному корридору; при выходахъ на балконы и проч. и носятъ названіе *стеклянныхъ дверей.*

Въ корридорныхъ дверяхъ обыкновенно вставляются стекла матовыя или разноцвѣтныя. Просвѣты наружныхъ входныхъ дверей, также какъ и фрамуги снабжаютъ металлическими рѣшетками различныхъ рисунковъ, смотря по роду отдѣлки дверей.

Двери столярныя филенчатыя, раздвижныя и складныя. Въ тѣхъ случаяхъ, когда не желаютъ стѣснять комнату створами открываемыхъ и затворяемыхъ дверей, а также когда стѣны, въ которыхъ устраиваютъ двери, значительной толщины, дѣлаютъ иногда двери раздвижными, т. е. обѣ половины дверей расходятся или раздвигаются въ разныя



Чер. 1808 bis

Чер. 1809.

Чер. 1810

Чер. 1811.

Чер. 1812.

Чер. 1813.

стороны въ пазы, оставленные для того въ стѣнахъ, чер. 1806—1808 (текстъ).

Раздвижныя двери, въ видахъ выигрыша мѣста, весьма часто примѣняются при входахъ въ магазины, склады, товарные пакгаузы и проч. Въ магазинахъ и лавкахъ иногда устраиваютъ филенчатыя двери, *складными*, причемъ одно изъ полотнищъ двери при помощи петель, укрѣпленныхъ въ вертикальныхъ средникахъ, можетъ быть складываемо вдвое;

одна часть полотнища можетъ оставаться постоянно запертою, а другая отворяется. Такія двери примѣняются при очень широкихъ дверныхъ отверстіяхъ.

На чер. 1809—1813 (текстъ) представлены различные виды подраздѣленія дверныхъ полотнищъ столярныхъ филенчатыхъ дверей на части, наиболѣе примѣняемыя въ строительной практикѣ.

Чер. 1809 (текстъ) представляетъ одностворчатую филенчатую дверь, подраздѣленную однимъ горизонтальнымъ средникомъ на двѣ филенки.

Чер. 1778 (текстъ) представляетъ одностворчатую филенчатую дверь съ однимъ горизонтальнымъ и однимъ вертикальнымъ средниками, о четырехъ филенкахъ.

На чер. 1810 (текстъ) показана одностворчатая филенчатая дверь о двухъ горизонтальныхъ и одномъ вертикальномъ средникахъ съ 6 филенками.

На чер. 1811 (текстъ) обозначенъ образецъ одностворчатой филенчатой двери о двухъ горизонтальныхъ, одномъ вертикальномъ средникахъ, о шести филенкахъ, причемъ для украшенія и увеличенія высоты дверей надъ наличникомъ ея обозначенъ карназъ.

Чер. 1812 (текстъ) представлетъ образецъ двустворчатой филенчатой двери съ тремя горизонтальными средниками о восьми филенкахъ.

Чер. 1804 (текстъ) изображаетъ образецъ наружной входной двустворчатой филенчатой двери съ наплывными филенками и полукруглою глухою фрамугою.

Чер. 1805 (текстъ) представляетъ наружную входную филенчатую двустворчатую дверь со средниками въ видѣ раскосовъ и съ полукруглою фрамугою со стеклянным просвѣтомъ.

На чер. 1813 (текстъ) показанъ образецъ полуторной филенчатой двери о шести филенкахъ, причемъ съ помощью двухъ реекъ или калевокъ обоимъ полотнищамъ двери приданъ симметричный видъ.

f) *Оклейка частей дверныхъ полотнищъ.* Однимъ изъ главныхъ условій прочности склеиванія различныхъ частей дверныхъ полотнищъ представляется сухость дерева, изъ котораго выдѣланы эти части; чѣмъ дерево

суше, тѣмъ лучше и крѣпче выдѣланныя изъ него части связываются между собою клеемъ. Прочность склеиванія находится также въ зависимости отъ степени плотности или твердости породы дерева; она менѣе при твердыхъ породахъ и болѣе при мягкихъ, вслѣдствіе того, что послѣднія лучше впитываютъ клей, чѣмъ твердыя. Для впитывающей способности или пористости, склеиваемыя части иногда передъ склеиваніемъ нагрѣваются. Толщина слоя клея, заключеннаго между склеиваемыми поверхностями, для лучшей связи поверхностей между собою, должна быть возможно меньше. Для увеличенія поверхностей соприкасающихся между собою частей, послѣ остругиванія ихъ фуганкомъ, особеннымъ инструментомъ, состоящимъ изъ деревянной колодки съ рукояткою назади, клиномъ желѣзнымъ и прорѣзомъ для отдѣленія стружки внутри, и тщательной пригонки одна къ другой, придаютъ имъ шероховатый видъ съ помощью *цангобеля*, инструментъ съ зазубренными желѣзками называется также цангубель или цинубель. Затѣмъ намазываютъ ихъ клеемъ и, сложивъ, зажимаютъ въ тискахъ, состоящихъ изъ деревянныхъ брусковъ, связанныхъ подъ прямыми углами въ видѣ скобы, имѣющей при концѣ винтъ для сжиманія склеиваемыхъ штукъ; это дѣлается для удержанія, пока клей еще не остылъ, и вытѣсненія излишне толстаго слоя клея. Для равномѣрнаго распредѣленія давленія винтовъ тисковъ на всю поверхность склеиваемыхъ частей, между тисками и досками кладутъ клинья иля подкладки.

Взамѣнъ *цингобеля*, для приданія склеиваемымъ поверхностямъ шероховатости, ихъ вытираютъ рыбьею шкурою или стекляною бумагою. Склеиваемыя поверхности должны быть совершенно чисты; присутствіе на нихъ сала, мыла, пыли и проч. дѣлаютъ соединеніе непрочнымъ. Склеиваемыя части должны быть накладывеемы одна на другую возможно быстрѣе, пока наложенный на нихъ слой клея не остылъ и не загустѣлъ. Торцовыя части полезно предварительно покрывать жидкимъ клеемъ и тогда только, когда дерево имъ будетъ хорошо пропитано, покрывать болѣе густымъ слоемъ клея.

При склеиваніи частей дверныхъ полотнищъ (обвязки, филенки и проч.) изъ досокъ *иглимя* или *на пласть*, особенно при значительной ширинѣ ихъ, необходимо принять мѣры противъ коробленія досокъ. Съ этою цѣлью доски подбираются и располагаются между собою такимъ образомъ, чтобы направленія годичныхъ колецъ въ нихъ были противуположны, т. е. въ одной доскѣ выпуклостью вверхъ, а въ другой къ низу. Соединяютъ такія поверхности досокъ между собою такъ, что направленіе волоконъ въ одной доскѣ перпендикулярно къ направленіе волоконъ другой доски. Въ обоихъ случаяхъ обѣ доски будутъ стремиться коробиться въ разныя стороны и дѣйствіе одной доски будетъ уничтожаться дѣйствіемъ другой.

Всякій избытокъ клея, выходящій изъ швовъ сжатыхъ между собою склеиваемыхъ частей, долженъ быть немедленно отчищенъ, пока не остылъ.

По дороговизнѣ вообще въ продажѣ такихъ деревъ, какъ красное, американскій или африканскій орѣхъ, полисандръ и др., и почти по невозможности имѣть брусья и доски изъ этихъ деревъ болѣе значительныхъ размѣровъ, а между тѣмъ желая придать дверямъ богатыхъ помѣщеній болѣе красивый наружный видъ, въ большинствѣ случаевъ филенчатыя двери изготовляются изъ такихъ дешевыхъ деревъ, какъ сосна, ольха, лиственница и затѣмъ изготовленныя части дверныхъ полотницъ оклеиваются снаружи тонкими пластинками изъ болѣе дорогихъ породъ деревъ. Такія пластинки называются *фанерками*, цѣна ихъ, очевидно, значительно дешевле, нежели цѣна досокъ и брусьевъ, выдѣланныхъ изъ тѣхъ же деревъ, и онѣ имѣются въ продажѣ различныхъ видовъ и размѣровъ. Стоимость фанерокъ, кромѣ рода дерева, зависитъ отъ рода ихъ рисунка, т. е. ихъ цвѣта, расположенія волоконъ, крапинокъ и проч.

Фанерки изъ краснаго дерева извѣстны въ продажѣ подъ названіемъ *простыхъ* или *однородныхъ*, *волнистыхъ* и, наконецъ, *крапчатыхъ, сучковатыхъ* или *фигурныхъ*. Самымъ пригоднымъ и цѣннымъ сортомъ для оклейки считается крапчатый. Самый красивый сортъ фанерокъ сучковатый, но употребляется весьма рѣдко, такъ какъ имѣетъ свойство растрескиваться. Фанерки орѣховаго дерева состоятъ изъ трехъ сортовъ: такъ называемый *обыкновенный сѣверный орѣшникъ, французскій орѣхъ* и *черный* или *американскій*. Самыми лучшими и вмѣстѣ съ тѣмъ самыми дорогими считаются фанерки послѣдняго сорта, т. е. чернаго или американскаго орѣха. Фанерки изъ старыхъ стволовъ этого дерева почти чернаго цвѣта, испещрены красивыми узорами и очень хорошо полируются. Фанерки французскаго орѣха болѣе свѣтлаго цвѣта, чѣмъ вышеописанныя, и хотя рисунокъ расположенія волоконъ на нихъ очень красивъ, но онѣ цѣнятся значительно ниже, чѣмъ фанерки американскаго или чернаго орѣха.

Фанерки изъ сѣверной орѣшины коричневаго цвѣта, съ темными и свѣтлыми прожилками, плохо полируются, слишкомъ мягки и считаются, вообще по качествамъ, значительно ниже фанерокъ американскаго и французскаго орѣха.

При подборѣ рисунковъ различнаго расположенія волоконъ дерева, на фанеркахъ, которыя предназначаются для оклейки дверей, для большей красоты послѣднихъ, необходимо тщательно наблюдать за тѣмъ, чтобы расположеніе волоконъ на фанеркахъ соотвѣтственныхъ частей дверныхъ полотнищъ для обѣихъ сторонъ было подобрано возможно симметричнѣе.

Сухость лѣса, изъ котораго изготовлены части дверей, предназначаемыя къ оклейкѣ фанерками, есть одно изъ самыхъ необходимыхъ условій обезпеченія хорошей работы дверей, иначе фанерки покоробятся. Кромки фанерокъ обдѣлываются фуганкомъ при помощи особаго станка, который называется донцомъ. Фанерку прижимаютъ къ углу донца и обстругиваютъ ея кромку фуганкомъ.

Части дверей, которыя желаютъ оклеить фанерками, должны быть пригнаны и склеены самымъ тщательнымъ образомъ, причемъ по возможности слѣдуетъ избѣгать обнаруженныхъ торцевыхъ частей, такъ какъ торцы впитываютъ въ себя клей, вслѣдствіе чего они слабѣе связываются клеемъ съ фанерками, чѣмъ прочія части. Всѣ предназначенныя къ склейкѣ поверхности, съ помощью цангобеля, дѣлаются шероховатыми, причемъ цангобель направляется не вдоль, а наискось, по направленію волоконъ дерева.

Лакированіе и *полировка филенчатыхъ дверей.* Столярныя филенчатыя двери, если онѣ неоклеены фанерками, не предназначаются къ окраскѣ или къ отдѣлкѣ подъ воскъ и изготовлены изъ дуба, орѣха, ясени, краснаго дерева, ольхи и прочихъ деревъ, способныхъ принимать полировку, лакируются и полируются. Филенчатыя двери, оклеенныя фанерками, не полируются и не лакируются только тѣ, которыя предназначаются къ отдѣлкѣ подъ воскъ.

Предварительно полировки, дверныя полотнища шлифуются, а именно: ихъ тщательно выстругиваютъ двойнымъ рубанкомъ, очищаютъ циклею, а когда струга употребить нельзя, выравниваютъ напилкомъ и окончательно вычищаютъ сухою пемзою или рыбьею шкуркою, иногда *хвощемъ* (трава въ видѣ тростника съ зубчатыми полосками) или стеклянною и песочною бумагою: затѣмъ, шлифуютъ пемзою съ масломъ, для чего берутъ толченую пемзу, завязанную въ ветошку, сквозь которую проходитъ пыль и садится тонкимъ слоемъ на поверхности двернаго полотнища; прибавляя немного масла, пыль эта растилается ветошкою по всей шлифуемой поверхности. Такого рода шлифовка у столяровъ называется *напудриваніемъ*.

Для краснаго дерева вмѣсто пемзы для напудриванія употребляется мелко толченый красный кирпичъ. Напудриваніе должно дѣлать крайне осторожно, чтобы избѣгнуть царапинъ на поверхности, предназначенной къ полировкѣ.

По окончаніи описанной выше предварительной подготовки, поверхность двернаго полотнища *полируется* клочкомъ хлопчатой бумаги, напитанной лакомъ; клочкомъ этимъ водятъ по полируемой поверхности вдоль слоя, сплошными рядами, такъ, чтобы всѣ они ровно покрывались. Когда лакъ высохнетъ, повторяютъ ту же операцію во второй и третій разъ.

Какъ бы тщательно полировка не дѣлалась, почти всегда остаются на полируемой поверхности видимые ряды или полосы, для уничтоженія которыхъ необходимо вновь повторить напудриваніе пемзою.

Послѣ описанныхъ выше операцій, приступаютъ къ окончательной полировкѣ, для чего берется небольшой кусокъ чистаго войлока (называемый подушкою), смачивается немного *политурою*, завертывается въ ветошку, на которую наливается нѣсколько капель постнаго масла и затѣмъ растираютъ кругами по полируемой поверхности.

Если замѣтятъ, что подушка пристаетъ къ полируемой поверхности,

то прибавляютъ еще масла и продолжаютъ растирать до тѣхъ поръ, пока подушка не будетъ приставать, а на полируемой поверхности не останется масляныхъ слоевъ.

Чтобы засохшею на ветошкѣ политурою не надѣлать на полируемой поверхности царапинъ, приходится по временамъ прибавлять политуры и масла, а также и мѣнять самую ветошку. Полировка описаннымъ выше способомъ продолжается до тѣхъ поръ, пока поверхность мало по малу получитъ вездѣ ровный и зеркальный глянецъ.

При слишкомъ крѣпкой политурѣ и маломъ количествѣ масла иногда, во время полировки, показываются пузырьки, для уничтоженія которыхъ повторяютъ описанное выше напудриваніе.

Тусклыя пятна, являющіяся иногда на полируемой поверхности отъ излишка масла, уничтожаютъ съ помощью спирта, смѣшаннаго съ небольшимъ количествомъ масла, которымъ натирается полируемая поверхность взамѣнъ политуры.

Взамѣнъ лакировки и полировки дверей, ихъ иногда *отдѣлываютъ подъ воскъ*, что особенно часто примѣняется при дубовыхъ и орѣховыхъ дверяхъ. Для отдѣлки подъ воскъ, послѣ тщательной очистки и шлифованія вышеописанными способами, поверхность двернаго полотнища натираютъ до суха суконкою, пропитанною восковою политурою: четыре части желтаго воску сплавляются съ одною частью канифоли. Послѣ тщательнаго перемѣшиванія, приготовленную массу снимаютъ съ огня и при продолжающемся безпрерывномъ перемѣшиваніи прибавляютъ къ ней двѣ части хорошаго скипидара.

g) *Скрѣпленіе и оковка дверныхъ полотнищъ деревянныхъ дверей.* Для скрѣпленія частей дверныхъ полотнищъ между собою и прикрѣпленія къ нимъ дверныхъ приборовъ, кромѣ клея, употребляются: *нагели, гвозди, шпильки, винты и желѣзные болты.*

Нагели, или деревянные гвозди, дѣлаются круглаго или квадратнаго поперечнаго сѣченія, съ двумя притупленными противоположными гранями; круглые нагели употребляются при твердомъ деревѣ и какъ тѣ, такъ и другіе имѣютъ съуживающуюся къ оконечности форму, заостряемую тупыми гранями. Нагели обыкновенно загоняются на клею и для нихъ просверливаются предварительно отверстія во всю длину загонки нагеля. Діаметръ отверстія долженъ быть нѣсколько менѣе толщины нагеля, чтобы послѣдній входилъ въ отверстіе туго съ молотка.

Гвозди, по способу выдѣлки, подраздѣляются на кованные, штампованные и рѣзные; послѣдніе два вида изготов-

ляются машиннымъ путемъ. Самый употребительный сортъ кованныхъ гвоздей при столярныхъ работахъ, вообще: *костыльковый*, бываетъ размѣрами отъ 1 до 7 дюймовъ включительно. Гвозди продаются на вѣсъ и по урочному положенію для костыльковыхъ гвоздей полагается слѣдующее количество ихъ пудъ:

Для	гвоздей	въ	7	дюймовъ	400	штукъ
"	"	"	6	"	560	"
"	"	"	5	"	800	"
"	"	"	4	"	1200	"
"	"	"	3	"	2000	"
"	"	"	2	"	6000	"
"	"	"	1	"	16000	"

Машинные гвозди имѣютъ двѣ грани параллельныя, а другія сходятся подъ угломъ, имѣя при оконечности тупое остріе; такъ называемые *американскіе гвозди* дѣлаются почти призматическіе, съ совершенно тупою оконечностью. Машинные гвозди, особенно рѣзные, которые имѣютъ на двухъ ребрахъ заусеницы, держатся въ деревѣ крѣпче кованныхъ.

Шпильки, которыя называются также французскими гвоздями или *штифтами*, изготовляются изъ цинкованной проволоки, а потому имѣютъ цилиндрическую форму и гладкую поверхность, благодаря которымъ онѣ держатся въ деревѣ не такъ крѣпко какъ гвозди; оконечность шпилекъ заостряется.

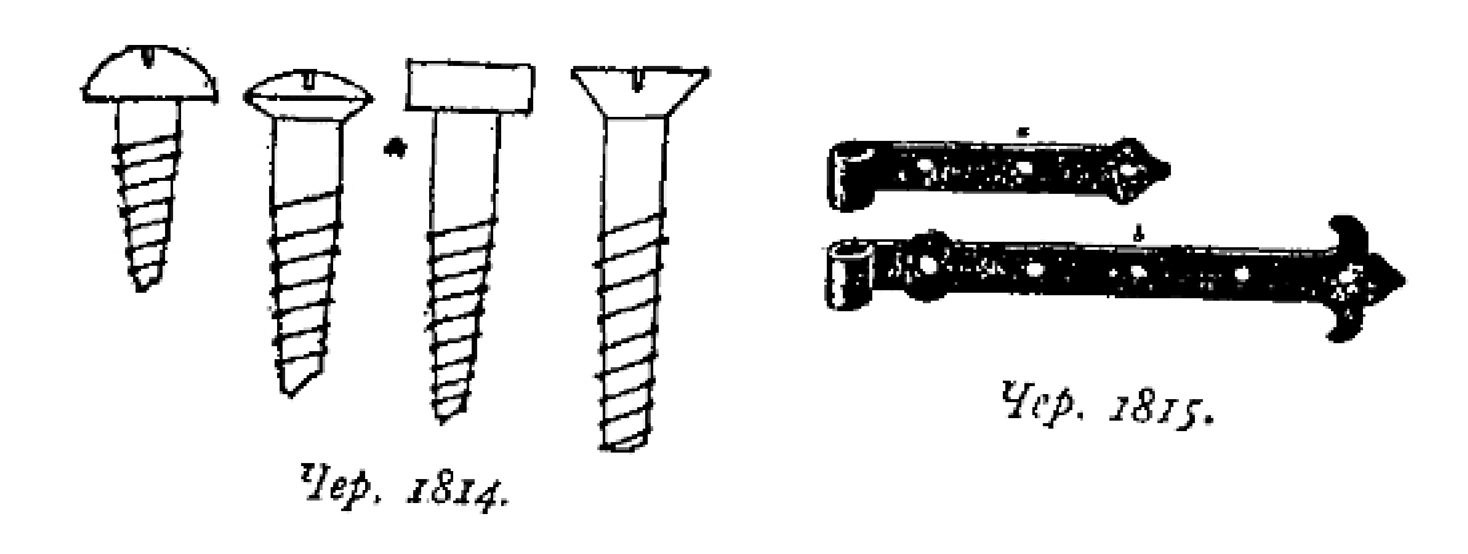
Винты, называемые также шурупами, изготовляются изъ желѣза и желтой мѣди; они имѣютъ коническую форму и снабжены по длинѣ своей винтовою нарѣзкою съ крупнымъ ходомъ и значительною глубиною нарѣза. Форма головокъ винтовъ показана на чер. 1814 (текстъ). На верхней части головокъ дѣлается прорѣзъ для вставки отвертки, употребляемой при ввинчиваніи винта въ дерево. При квадратныхъ головкахъ винтовъ прорѣзовъ на нихъ не дѣлается. При однихъ и тѣхъ же размѣрахъ винты вдвое крѣпче держатъ соединяемыя части дерева, чѣмъ гвозди. При вывинчиваніи и новомъ ввинчиваніи винтовъ, соединеніе частей дерева не

ослабѣваетъ, такъ что при помощи винтовъ облегчается разборка и сборка частей столярной работы, что не имѣетъ мѣста при употребленіи, взамѣнъ винтовъ, гвоздей или шпилекъ.

Винты подраздѣляются на *винты для дерева* и *винты для металловъ;* одни отъ другихъ отличаются родомъ нарѣзки.

Желѣзные болты состоятъ изъ шляпки или головки, стержня съ винтовою нарѣзкою на концѣ, гайки и подгаешника или шайбы; длина болта опредѣляется его назначеніемъ, толщина — силою, которая на него дѣйствуетъ.

При значительномъ размѣрѣ дверныхъ полотнищъ, для большей прочности по ихъ угламъ рама въ щитовыхъ дверяхъ или обвязка въ филенчатыхъ дверяхъ скрѣпляется металлическими *наугольниками.* Если двери предназначаются подъ



Чер. 1814.

Чер. 1815.

окраску, наугольники дѣлаются желѣзные и окрашиваются вмѣстѣ съ остальною поверхностью двери; если же двери оклеены фанерками или вообще предназначаются для полировки, то наугольники изготовляются изъ мѣди или бронзы и нерѣдко покрываются позолотой черезъ огонь. Наугольники привинчиваются къ двернымъ полотнищамъ винтами.

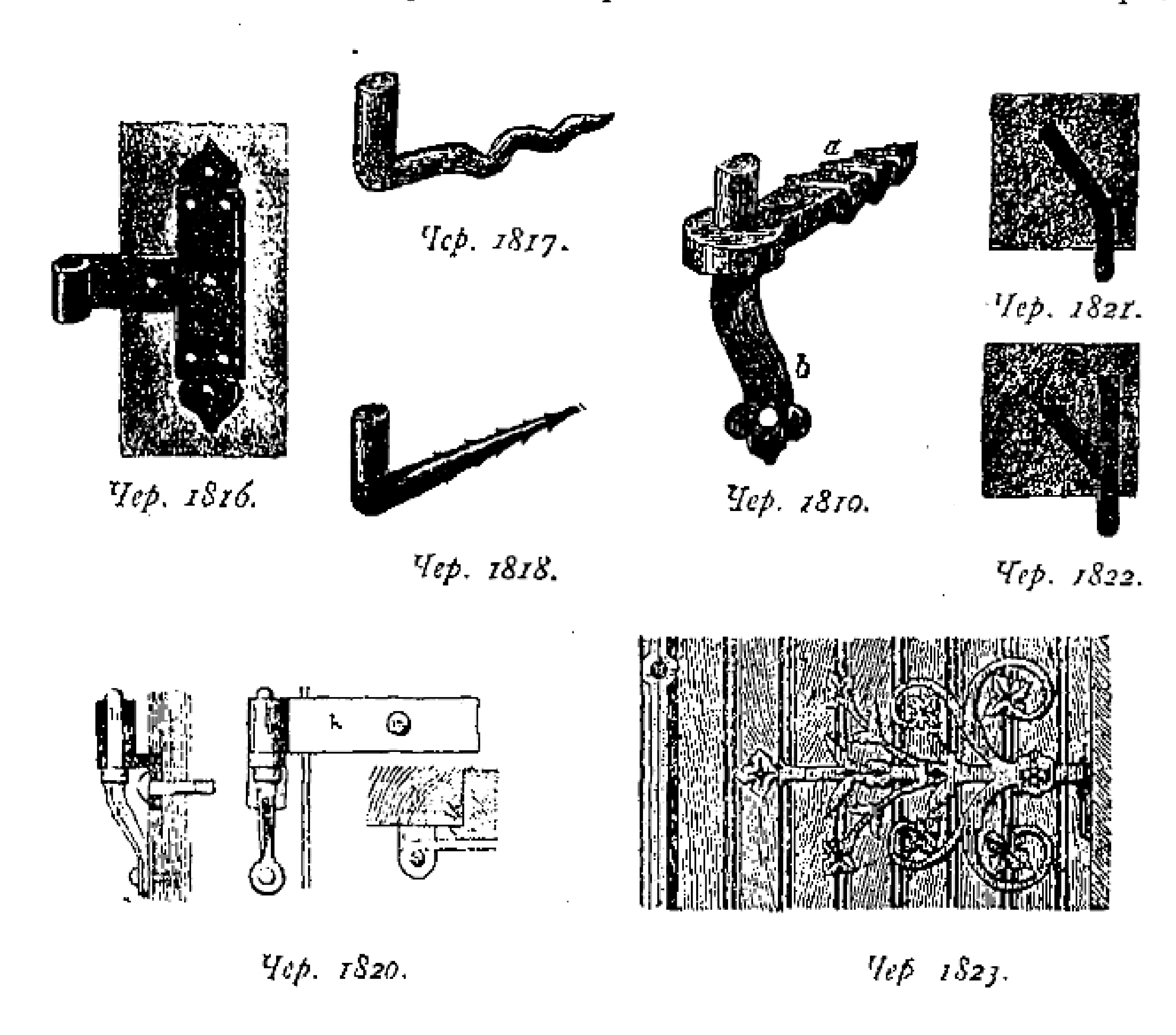
Дверные приборы подраздѣляются на два рода: приборы *для движенія* или *вращенія* дверныхъ полотнищъ и приборы для *запиранія* дверей. Къ первому роду относятся: *петли, ролики, стержни съ пятниками;* ко второму: *кольца съ сквозными винтами, щеколды, скобы, задвижки* и *замки.*

Петли служатъ для скрѣпленія дверныхъ полотнищъ съ косяками дверныхъ отверстій и въ то же время даютъ возможность отворять и затворять двери. Очевидно, что размѣры петель совершенно зависятъ отъ тяжести и размѣровъ

дверей, которыя имъ приходится держать на вѣсу. Чѣмъ дверь тяжелѣе, тѣмъ размѣръ петель и самое число ихъ болѣе, чѣмъ дверь легче, тѣмъ и размѣръ петель мельче и число ихъ меньше.

По формѣ своей петли подраздѣляются на *навѣсныя на крюкахъ, съемныя* и *шарнирныя* или *шалнерныя*.

Петли навѣсныя на крюкахъ состоятъ изъ полосы желѣза, конецъ которыхъ завертывается въ видѣ цилиндра,



Чер. 1816. Чер. 1817. Чер. 1818. Чер. 1810. Чер. 1821. Чер. 1822. Чер. 1820. Чер. 1823.

который навѣшивается или насаживается на крюкъ, укрѣпленный въ косякѣ двери. Въ самой полосѣ, по длинѣ ея, оставляется нѣсколько круглыхъ отверстій, сквозь которыя проходятъ гвозди, винты или болты, скрѣпляющіе полосу съ шпонкою или обвязкою дверного полотнища.

Смотря по размѣрамъ дверей и роду самаго зданія, навѣсныя петли бываютъ, *длинныя*, чер. 1815 *b* (текстъ), *короткія*, чер. 1815 *a* (текстъ) и *лапчатыя*, чер. 1816 (текстъ).

Навѣсныя петли въ большинствѣ случаевъ употребляются для дверей самыхъ простыхъ: въ сараяхъ, подвалахъ, складахъ, службахъ и проч.

Форма крюковъ для навѣсныхъ петлей зависитъ отъ того, куда они должны вбиваться, т. е. въ деревянную или каменную стѣну. На чер. 1817 (текстъ) показанъ гладкій простой крюкъ для прикрѣпленія въ деревянномъ косякѣ; чер. 1818—1819 (текстъ) представляютъ крюкъ, заершенный для прикрѣпленія къ каменной закладной рамѣ или стѣнѣ.

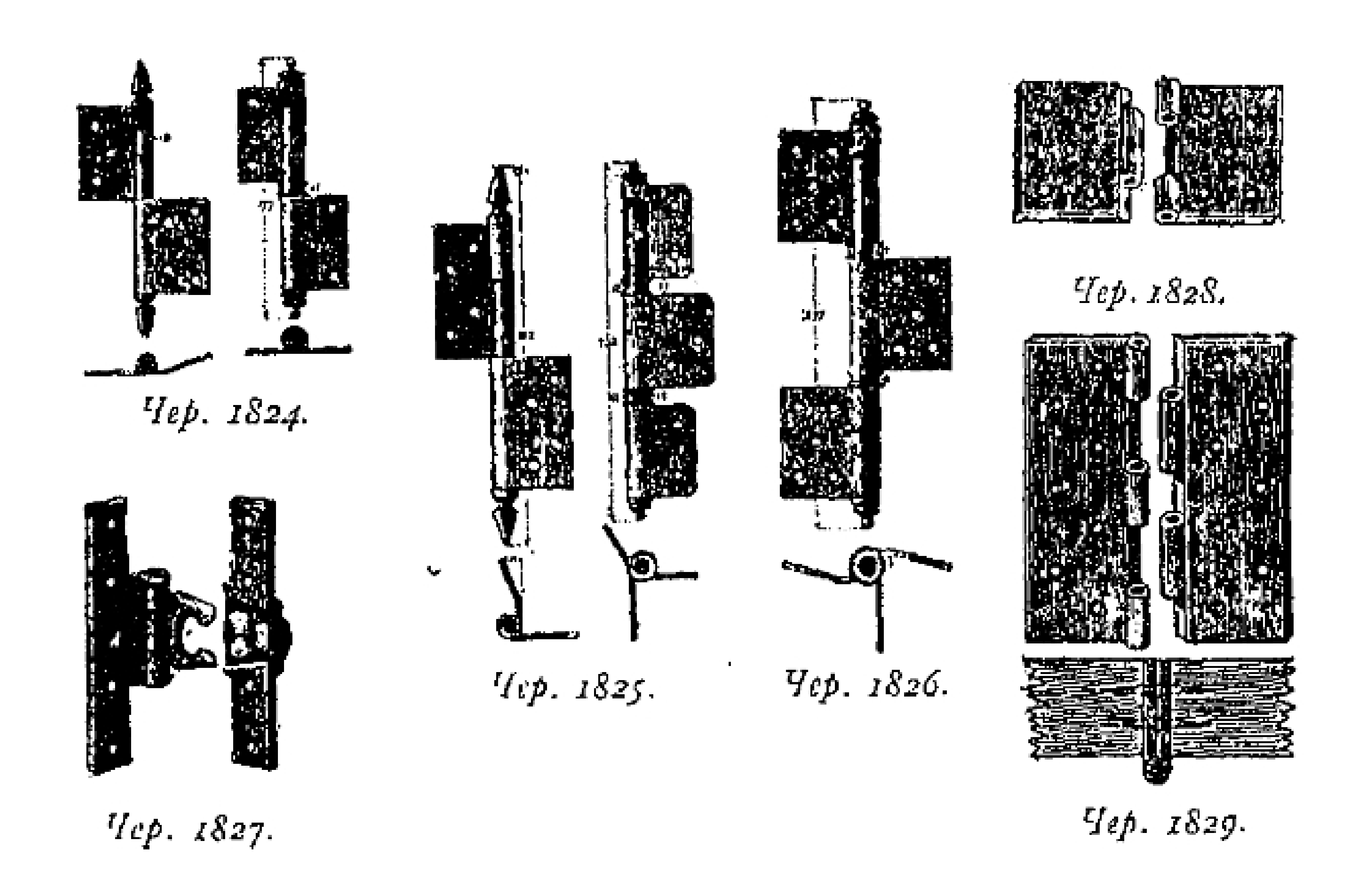
При значительныхъ размѣрахъ дверей, а слѣдовательно и при большей ихъ тяжести, крюки соединяются со стѣною при помощи особыхъ заершенныхъ штырей или болтовъ съ проушинами, чер. 1820 (текстъ). При возведеніи иовыхъ построекъ, для очень тяжелыхъ дверей штыри закладываются въ кладку стѣны, съ которой они скрѣпляются загнутыми концами, а самыя отверстія, въ которыя входятъ эти концы, заливаются алебастромъ или свинцомъ. Расположеніе такихъ штырей показано на чер. 1821 и 1822 (текстъ).

На чер. 1823 (текстъ) представленъ образецъ фигурной навѣсной петли, весьма часто примѣняемой при постройкахъ въ Германіи.

Петли съемныя дѣлаются изъ желѣза, въ видѣ круглаго стержня, на нижнемъ концѣ котораго наглухо насаживается вращающаяся на стержнѣ желѣзная же пластинка съ отверстіями для винтовъ. На верхній конецъ стержня иадѣвается, въ видѣ трубки, такая же пластинка, которая можетъ вращаться и сниматься съ стержня по желаиію. Одна изъ пластинокъ или лапъ петли привинчивается къ дверному полотнищу (верхняя), а другая къ косяку дверного отверстія. При желаніи снять дверное полотнище съ петель, его немного приподнимаютъ и, при помощи описаннаго выше устройства верхнихъ лапъ петель, оно легко можетъ быть снято и опять иавѣшено на мѣсто. При обыкновенныхъ размѣрахъ дверей, къ каждому дверному полотнищу прирѣзывается по двѣ петли. При болѣе значительныхъ размѣрахъ дверей, размѣры петель, число отверстій для винтовъ и, и наконецъ, самое число петель увеличивается. Для большой прочности петель, между пластинками или лапами на стержень надѣваются желѣзныя же

муфты. Чтобы придать петлямъ болѣе красивый видъ, желѣзныя петли обкладываются листовою мѣдью, которую при болѣе богатой отдѣлкѣ дверей покрываютъ позолотой. Для той же цѣли петли отливаютъ иногда изъ бронзы по особымъ рисункамъ и болѣе красивыхъ формъ.

Петли съемныя продаются парами, размѣрами отъ 4 до 6½ дюймовъ. Болѣе практикуемые въ торговлѣ сорты: *сѣрыя, лайковыя* и съ *мѣдною картою.* Петли болѣе сложныхъ и красивыхъ рисунковъ обыкновенно заготовляются въ сле-



Чер. 1824. Чер. 1825. Чер. 1826. Чер. 1827. Чер. 1828. Чер. 1829.

сарныхъ мастерскихъ только по отдѣльнымъ заказамъ или выписываются изъ заграницы.

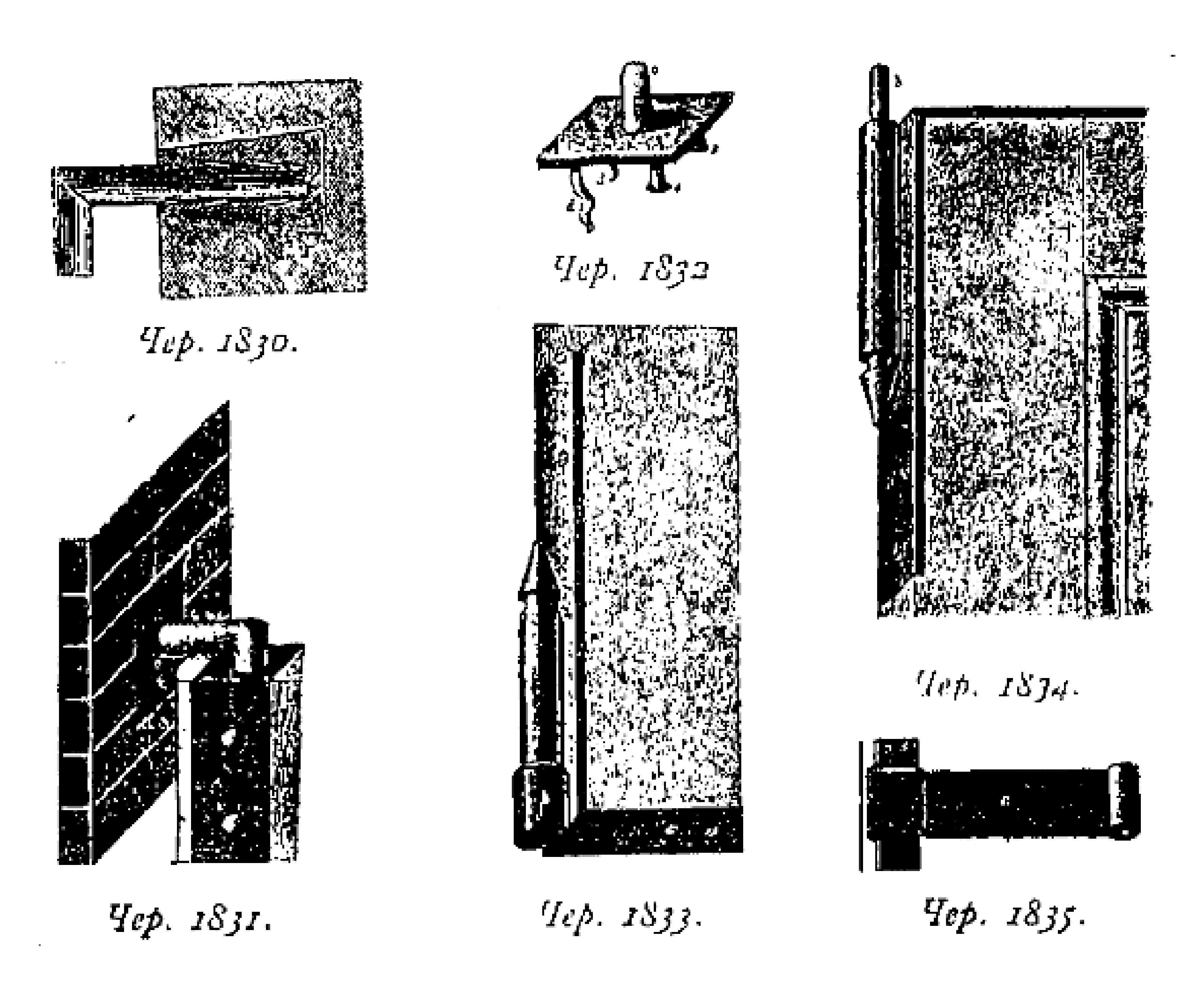
Устройство съемныхъ петель показано на чер. 1824—1827 (текстъ).

Петли шарнирныя, по устройству, сходны со съемными и отличаются отъ нихъ тѣмъ, что, при помощи шпинька, проходящаго въ ушки пластинокъ или лапъ петель, каждая изъ половинокъ петли легко разъединяется и соединяется одна съ другою. Устройство такихъ петель показано на чер. 1828—1829 (текстъ). Двери, навѣшенныя на такія петли, могутъ быть отдѣляемы отъ дверного косяка, не приподнимая двер-

ныхъ полотнищъ, что не всегда возможно, а для разъединенія ихъ достаточно вынуть шпинекъ изъ ушковъ нетель.

Шарнирныя петли бываютъ въ продажѣ размѣрамп отъ 2 до 8 дюймовъ, тѣхъ же видовъ и сортовъ, какъ и съемныя.

Пятиикн. Въ тѣхъ случаяхъ, когда вслѣдствіе значительнаго вѣса дверей, не представляется удобнымъ навѣшивать дверныя полотнища на петли, ихъ прикрѣпляютъ къ дверному отверстію при помощи *пятииковъ*—особыхъ круглыхъ стержней, которые вращаются въ гнѣздахъ, вдѣланныхъ въ



Чер. 1830. Чер. 1831. Чер. 1832. Чер. 1833. Чер. 1834. Чер. 1835.

металлическихъ пластинкахъ, въ ушкахъ или проушинахъ штырей, задѣлаиныхъ въ кладку. Различные виды устройства пятниковъ показаны на чер. 1830—1835 (текстъ). При помощи пятниковъ, дверь вращается на вертикальной оси, одинъ конецъ которой укрѣпленъ иа порогѣ, а другой въ притолкѣ дверного отверстія. Для насаживанія дверного полотнища на пятники, изображенные на чер. 1833 (текстъ), служатъ металлическіе хомуты, обхватывающіе дверное полотнище съ 2-хъ сторонъ. Въ нижней части хомута находится или штырь или углубленіе, которыми хомутъ соединяется съ

пятникомъ. При прилаживаніи хомутовъ верхняго и нижняго на мѣсто, въ вѣтви ихъ входитъ дверное полотнище и скрѣпляется съ нимъ винтами.

Задвижки подраздѣляются на *продольныя* и *поперечныя, врѣзныя* и *наружныя*. Онѣ изготовляются изъ желѣза или изъ желтой мѣди. Продольныя врѣзныя задвижки служатъ для затвора обыкновенно запертой одной изъ половинокъ двустворчатыхъ дверей и привинчиваются винтами, одна внизу, а другая вверху кромки дверного полотнища. Верхнія задвижки обыкновенно бываютъ длиннѣе нижнихъ.

Для входа задвижки въ порогъ употребляются мѣдныя пружинки, которыя, въ случаѣ надобности, спускаются, а при закрытіи задвижки поднимаются въ уровень съ поломъ.

Наружныя продольныя задвижки обыкновенно дѣлаются при дверныхъ полотнищахъ съ обвязками небольшой толщины, въ которыя невозможно врѣзать задвижку, не ослабивъ прочности обвязки; онѣ также весьма часто примѣняются при болѣе простыхъ дверяхъ, въ видахъ экономіи по своей дешевизнѣ, и въ такомъ случаѣ исключительно дѣлаются изъ желѣза.

Наружныя поперечныя задвижки служатъ для затвора дверей, и кромѣ того, для привѣски къ нимъ висячихъ замковъ, дужки которыхъ проходятъ сквозь проушины, сдѣланныя на концахъ задвижекъ, противоположный конецъ задвижки проходятъ или сквозь наружныя скобы, или же входитъ въ гнѣздо, врѣзанное въ кромку пояса.

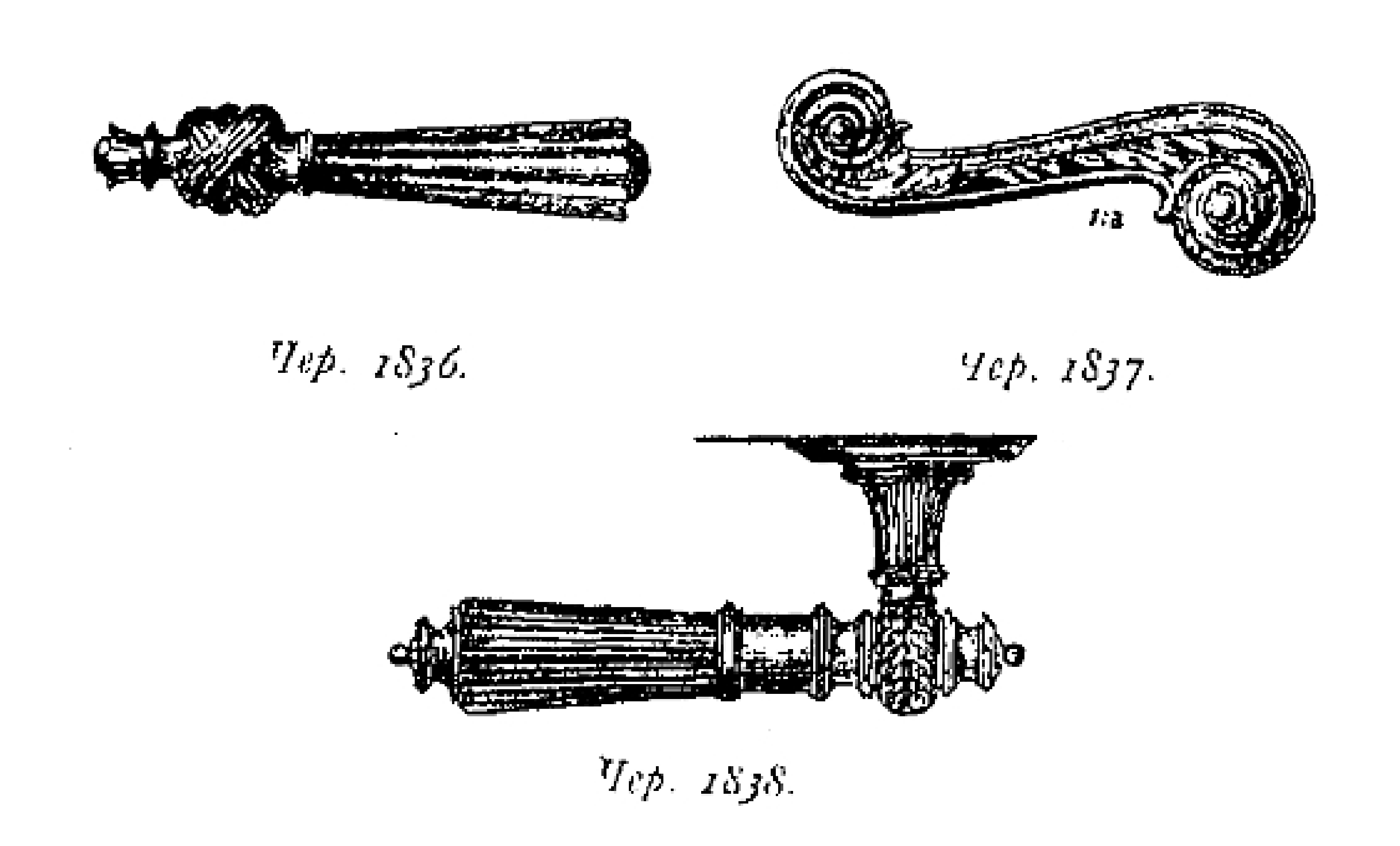
Кромѣ поперечныхъ наружныхъ задвижекъ, для привѣски висячихъ замковъ употребляются для самыхъ простыхъ дверей *скобы*; скобы могутъ служить исключительно только для запиранія дверей съ помощью висячихъ замковъ. Для простыхъ же дверей употребляются такъ называемыя *щеколды* съ подъемной ручкой, которыя могутъ замѣнять поперечныя задвижки. Въ продажѣ щеколды бываютъ такъ называемыя *казарменныя,* съ подъемной ручкой, желѣзныя съ *фалей* (язычекъ), желѣзныя, обложенныя мѣдью съ *валикомъ* вмѣсто фали или *каткомъ*, и, наконецъ, съ ключемъ и подъемной ручкой.

При дверяхъ спальныхъ, уборныхъ, ванныхъ, ватеркло-

зетовъ и проч. употребляютъ иногда наружныя поперечныя задвижки самыхъ небольшихъ размѣровъ, исключительно для запиранія дверей изнутри комнатъ на непродолжительное время.

Замки висячіе или *наружные* обыкновенно состоятъ изъ трехъ отдѣльныхъ частей: 1-я—*ящичная,* въ которой помѣщенъ дѣйствующій механизмъ замка, 2-я—*дужка,* посредствомъ которой замокъ при отпорѣ или запорѣ его навѣшивается на мѣстѣ употребленія, и 3-я — *ключъ.*

Висячими замками обыкновенно запираются двери сараевъ,



Чер. 1836. *Чер. 1837.*

Чер. 1838.

погребовъ, складовъ, службъ, кладовыхъ, чулановъ и прочихъ черныхъ помѣщеній.

Врѣзные замки врѣзаются въ обвязку дверного полотнища на высотѣ, смотря по размѣрамъ дверей, отъ 1 1/2 до 1 3/4 арш., т. е. на такой высотѣ, при которой человѣкъ можетъ удобно отворять и затворять замокъ. Замки не должны быть врѣзаемы въ тѣ мѣста обвязки, въ которыхъ она соединяется съ средниками, чтобы не ослабить прочности этихъ соединеній. На чер. 1836—1838 (текстъ) показаны рисунки ручекъ дверныхъ врѣзныхъ замковъ.

Окраска дверей. Для предохраненія деревянныхъ дверей отъ скораго гніенія и сообщенія имъ ровнаго, пріятнаго для глазъ цвѣта, въ большинствѣ случаевъ, особенно дверные

створы внутреннихъ дверей, окрашиваются масляною краскою. Дверныя полотнища, предназначаемыя къ окраскѣ, должны быть сдѣланы, по возможности, изъ чистаго дерева, безъ сучьевъ, и если послѣдніе окажутся, то ихъ слѣдуетъ выбить и замѣнить деревянными пробками. Процессъ окраски подраздѣляется, смотря по требуемой ея чистотѣ, на *загрунтовку, шпаклевку, пемзовку и покрытіе поверхностей послѣднихъ слоемъ краски*. Наиболѣе употребляемые въ практикѣ цвѣта для окраски дверей: для чистыхъ помѣщеній — бѣлый или палевый съ раздѣлкою подъ дубъ или ясень, а для кухонь, ледниковъ и проч.—желтый.

На чер. 1667 и 1671 (атласъ) показаны примѣры устройства наружныхъ входныхъ двустворчатыхъ дверей, полотнища которыхъ составлены изъ досчатыхъ щитовъ, укрѣпленныхъ на брусчатыхъ рамахъ.

Чер. 1665, 1669 и 1679 (атласъ) представляютъ примѣры устройства внутреннихъ двустворчатыхъ, а чер. 1666 (атласъ) одностворчатой, филенчатыхъ дверей.

Чер. 1670 (атласъ) показываетъ способъ соединенія консолей, карниза и укрѣпленія дверей сверху съ каменной кладкой стѣны.

На чер. 1672—1677 (атласъ) представленъ примѣръ приспособленія щитовыхъ деревянныхъ дверей для камеръ въ тюрьмахъ. На чер. 1668 и 1678 (атласъ) показаны примѣры украшенія дверей наружныхъ и внутреннихъ.

§ 154. **Двери металлическія**. Металлическія двери, какъ уже пояснено выше, устраивались въ самыя древнія времена, но, по мнѣнію многихъ археологовъ, металлическія двери въ зданіяхъ, возведенныхъ до XI-го вѣка состояли изъ деревяннаго остова или скелета, къ которому съ обѣихъ сторонъ прикрѣплялись листы бронзы. Листы эти прибивались къ деревянному остову большими гвоздями со шляпками въ видѣ розетокъ, изящно отдѣланныхъ, что доказываютъ розетки дверей Пантеона Агриппы въ Римѣ, представленныя на чер. 1688—1689 (атласъ).

На чер. 1686 (атласъ) представлены античныя бронзовыя двери съ наличникомъ изъ мрамора.

Съ XI вѣка начали изготовлять для монументальныхъ

зданій металлическія двери исключительно изъ металла: желѣза и бронзы.

Въ средніе вѣка и во время господства стиля возрожденія металлическія двери, какъ желѣзныя, такъ и бронзовыя, особенно отличались красотою рисунка и изящной отдѣлкой.

Въ настоящее время металлическія двери выдѣлываются двухъ родовъ: ажурныя въ видѣ рѣшетки, чер. 1683 (атласъ) или сплошныя цѣльныя. Послѣднія или отливаются цѣльными полотнищами изъ бронзы или же представляютъ желѣзную раму, къ которой съ обѣихъ сторонъ прикрѣпляются металлическіе щиты или цѣльные или въ видѣ филенокъ.

Бронзовыя литыя двери исключительно примѣняются только для церквей, дворцовъ и иныхъ монументальныхъ зданій. Онѣ отличаются обыкновенно красивымъ рисункомъ и украшеніями, соотвѣтственными стилю и назначенію зданія.

Примѣръ бронзовыхъ дверей богато украшенныхъ показанъ на чер. 1680—1682, 1690—1698 (атласъ), представляющихъ рисунки дверей церкви Notre Dame à Aix la Chapelle.

На черт. 1687 (атласъ) показанъ видъ металлическихъ дверей въ одномъ изъ современныхъ зданій Парижа.

Желѣзныя двери въ настоящее время примѣняются въ зданіяхъ, съ цѣлію лучшаго огражденія соотвѣтственныхъ помѣщеній отъ возможности воровства или пожара, а потому чаще всего устраиваются: въ денежныхъ кладовыхъ, помѣщеніяхъ кассъ, въ товарныхъ складахъ, музеяхъ и пр.

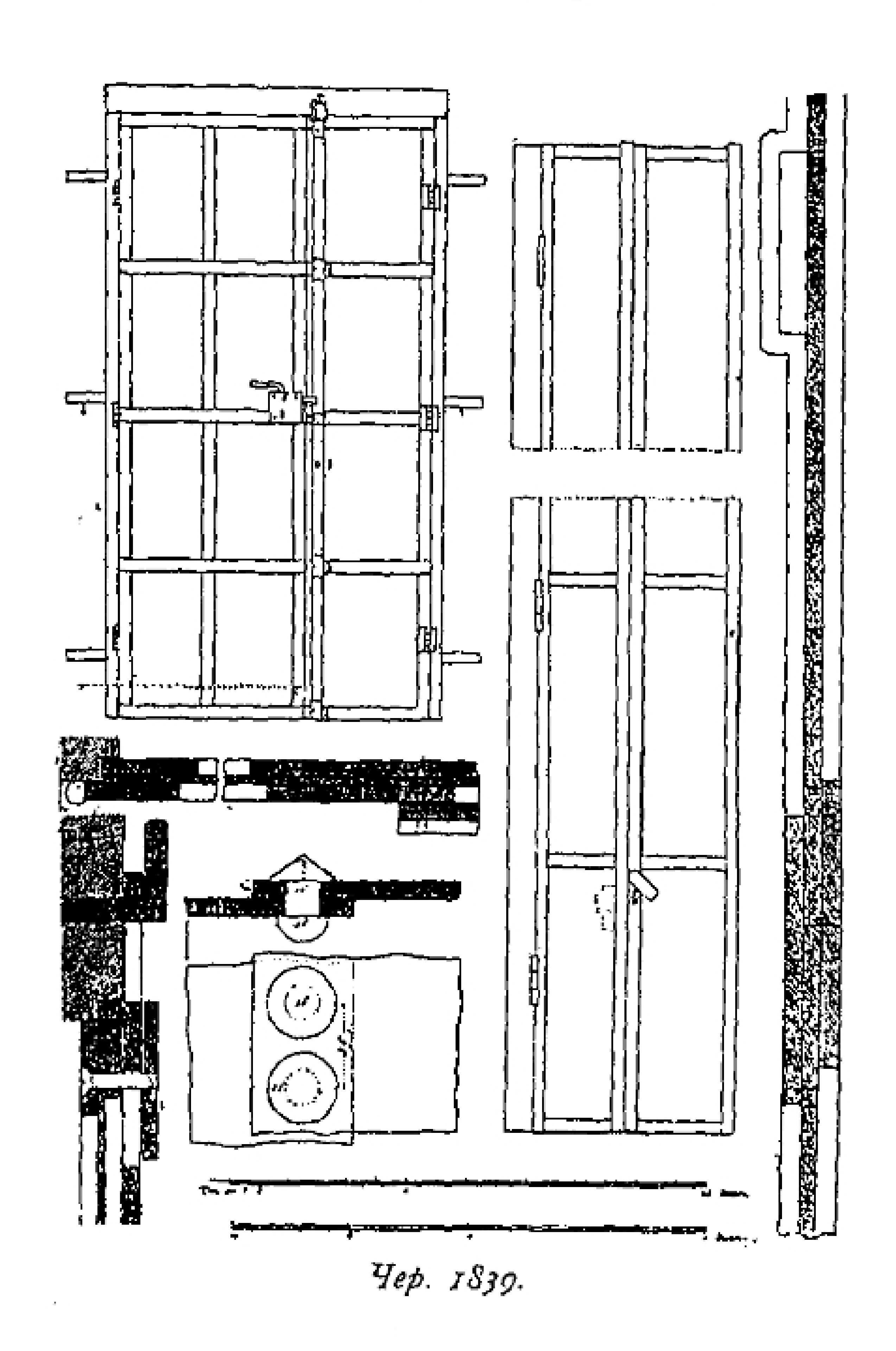
Устройство желѣзныхъ дверей бываетъ двухъ родовъ: или къ желѣзной рамѣ, прочно задѣланной въ кладку стѣнъ, навѣшиваются щиты изъ котельнаго или гофрированнаго желѣза, скрѣпленнаго желѣзнымъ скелетомъ, и такимъ образомъ получаются обыкновенныя одностворчатыя или двустворчатыя двери; или же, къ щитамъ желѣзнымъ, прочно скрѣпленнымъ желѣзными полосами и угловыми накладками, придѣлываютъ сверху ролики, при помощи которыхъ двери могутъ быть отодвигаемы въ одну или въ другую сторону.

Для послѣдняго способа устройства желѣзныхъ дверей наиболѣе удобо-примѣнимо гофрированное желѣзо.

Способы устройства створныхъ желѣзныхъ дверей показаны на чер. 1684 (атласъ) и 1839—1840 (текстъ).

Устройство сдвижныхъ желѣзныхъ дверей показано на чер. 1685, 1700 и 1703 (атласъ).

У насъ въ Россіи послѣднія двери весьма часто примѣ-



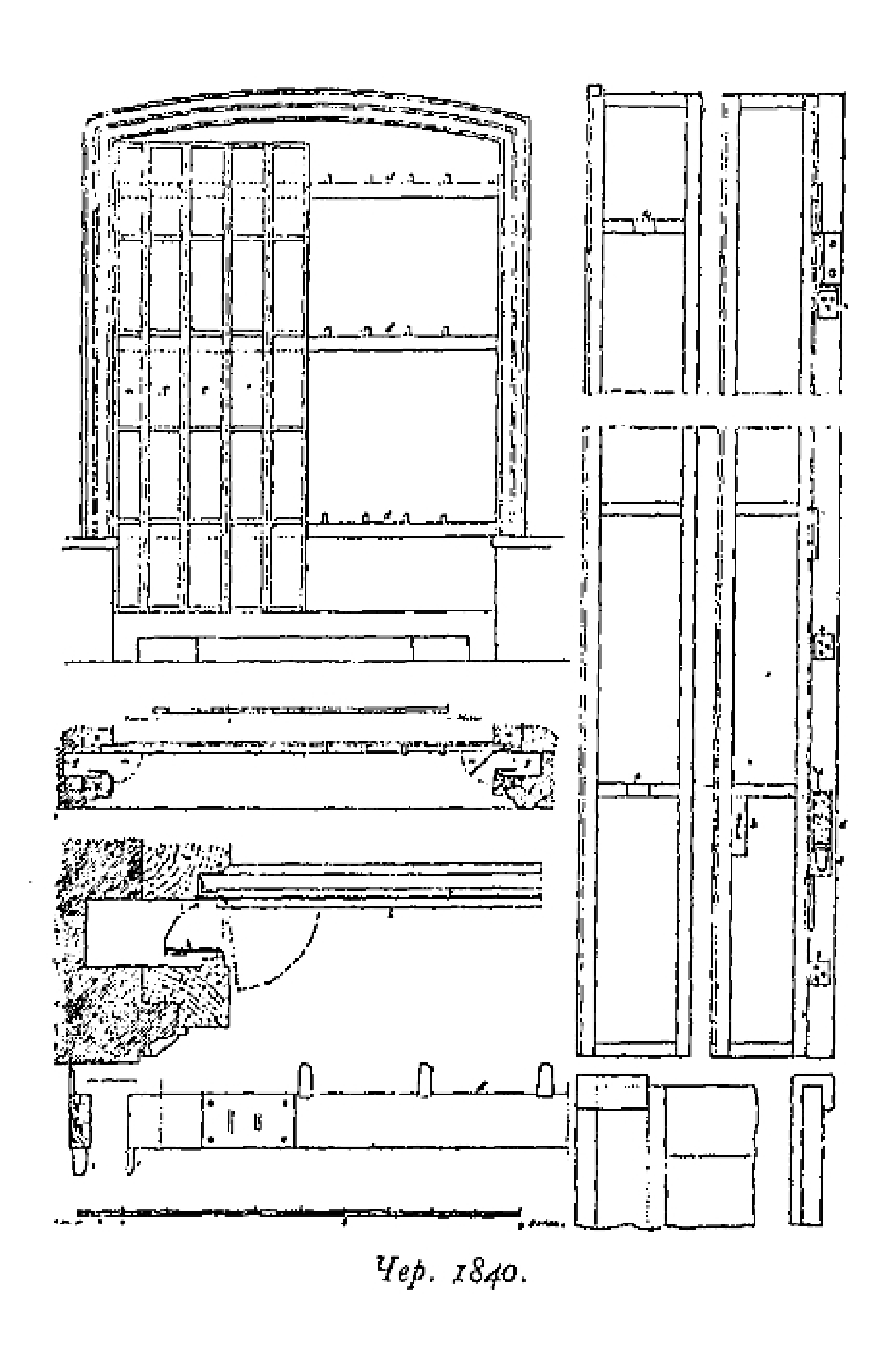
Чер. 1839.

няются на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ для товарныхъ пакгаузовъ.

Въ видахъ уменьшенія вѣса дверей, при огражденіи отдѣляемаго ими помѣщенія отъ пожара и въ тоже время при сохраненіи въ помѣщеніи тепла, въ послѣднее время фабриканты металлическихъ дверей изготовляютъ деревянные

щиты, обиваютъ ихъ съ обѣихъ сторонъ слоемъ войлока и затѣмъ обдѣлываютъ ихъ сплошь тонкимъ котельнымъ желѣзомъ.

Желѣзныя, бронзовыя, ажурныя или рѣшетчатыя двери



Чер. 1840.

весьма часто примѣняются въ склепахъ на кладбищахъ, часовняхъ и проч.

Въ огражденіе отъ дѣйствія ржавчины, желѣзныя двери должны быть оцинкованы или же, по крайней мѣрѣ, своевременно покрываемы масляною краскою.

§ 135. Оконныя отверстія.

а) *Историческій очеркъ.* Весьма мало имѣется свѣдѣній о томъ, какимъ образомъ освѣщались храмы древнихъ народовъ. Витрувій упоминаетъ только о просвѣтахъ, снабженныхъ рѣшетками, устраивавшимися надъ дверьми храмовъ, чер. 1644—1646 (атласъ). Что касается частныхъ зданій, то въ нихъ продѣлывались на улицу небольшія узкія отверстія, располагавшіяся подъ самымъ потолкомъ, такъ что изнутри помѣщеній нельзя было видѣть улицы. Эти отверстія закрывались, или частою бронзовою рѣшеткою, или же слюдою, замѣнявшею употребляемое для этой цѣли, въ настоящее время, стекло.

Базилики первыхъ временъ христіанства вовсе не имѣли оконъ; позже ихъ стали устраивать сначала на главныхъ фасадахъ, а затѣмъ и на боковыхъ.

Вообще въ древнія времена, самыя большія каменныя отверстія задѣлывались каменными плитами, съ продѣланными въ нихъ небольшими отверстіями, звѣздообразной, круглой и ромбоидальной формы. Эти отверстія (Claustra) задѣлывались слюдой, чер. 1704—1707 (атласъ).

Во многихъ церквахъ и большихъ залахъ римскихъ зданій, устроенныхъ до XII вѣка, продѣлывали оконныя отверстія безъ всякихъ задѣлокъ, даже безъ рѣшетокъ. Форма такихъ оконъ представлена на чер. 1720—1728 (атласъ). Чтобы облегчить доступъ свѣта въ помѣщенія устраивались внутренніе откосы. Начиная съ VII по XII вѣкъ, обыкновенно всѣ окна обдѣлывались камнями крупныхъ размѣровъ. Размѣры оконъ въ нижнихъ этажахъ были значительно менѣе размѣровъ оконъ верхнихъ этажей.

На чер. 1721—1722 (атласъ) показано окно, раздѣляемое колонкою на двѣ половины; чер. 1714 (атласъ) представляетъ одно изъ оконъ нефа церкви въ Vezelay, устроенной въ 1190—1110 годахъ. Окна эти были устроены безъ переплетовъ, стеколъ и вообще какой-либо задѣлки, предоставляя полную свободу для движенія воздуха и свѣта.

Чер. 1729 (атласъ) представляетъ видъ окна въ церкви Fenioux (departement de la Charente-Interieure), выстроенной въ концѣ XI вѣка. Окно задѣлано плитою, обдѣланною въ видѣ рѣшетки, плита толщиною 0,055 метр.

На чер. 1708 (атласъ) показаны двойныя окна собора въ Puy-en-Vélay съ рѣшетчатою задѣлкою XI вѣка.

Чер. 1723—1724 (атласъ), представляютъ тройное окно съ двумя колоннами у собора въ Spire XII вѣка.

На чер. 1717 (атласъ) показано устройство оконъ въ соборѣ въ Noyon, выстроеннаго въ 1150 году, съ разгрузною аркою для поддержанія карниза и съ колонною, раздѣляющею окно на двѣ половины, на наружной галлереѣ, окружающей зданіе.

Чер. 1725 (атласъ) представляетъ окно церкви Saint-Yved de Braisne XII вѣка, а на чер. 1730 (атласъ) представлено окно собора въ Soissons XIII вѣка.

Чер. 1734 (атласъ) представляетъ окна церкви Saint-Martin въ Leon, отличающіяся тѣмъ, что въ одномъ и томъ же зданіи примѣнены стрѣльчатыя и полуциркульныя арки.

На чер. 1735 (атласъ) представленъ видъ окна собора въ Reims, выстроеннаго въ 1215 году.

Чер. 1736 (атласъ) показываетъ устройство окна Sainte-Chapelle haute du Palais à Paris XIII вѣка.

На чер. 1737 представлено одно изъ оконъ церкви Notre-Dame d'Amiens XIII вѣка.

Чер. 1741 (атласъ) представляетъ типъ обдѣлки оконъ въ соборахъ Saint-Denis, de Troyes и нѣкоторыхъ другихъ, который примѣнялся архитекторами въ половинѣ XIII вѣка.

Чер. 1742 (атласъ) показываетъ устройство оконъ въ церкви Saint-Urbain de Troyes, построенной въ концѣ XIII вѣка.

Дальнѣйшее измѣненіе формы сводчатыхъ оконъ зданій церковныхъ и иныхъ монументальныхъ указано выше при описаніи формы арокъ и пояснено, чер. 952—1004 (атласъ).

Что касается до обдѣлки оконъ частныхъ зданій, то на чер. 1704—1727 представлено постепенное измѣненіе способа устройства оконъ въ западной Европѣ.

На чер. 1731—1732 (атласъ) показано устройство оконъ въ XI вѣкѣ (chateau de Carcassonne) съ деревянными ставнями.

Чер. 1715 (атласъ) показываетъ устройство оконъ той же эпохи въ замкѣ de Falaise, отличающихся значительною глубиною оконныхъ нишъ, окна эти не закрывались ставнями, а завѣшивались циновками или плетенками.

На чер. 1718 (атласъ) представлено устройство оконъ въ замкѣ d'Harcourt à Lillebonne и другихъ Нормандскихъ замкахъ въ XII столѣтіи. Окна эти закрывались сплошными деревянными ставнями.

На чер. 1710—1711 (атласъ) представлено устройство оконъ въ началѣ XIII вѣка.

На чер. 1740 (атласъ) показано устройство оконъ de la salle synodale de Sens, устроенной Св. Людовикомъ въ 1245 году.

Чер. 1739 (атласъ) показываетъ устройство оконъ во второмъ этажѣ de la porte Narbonaise à Carcasson въ 1285 году.

Формы и пропорціи оконъ гражданскихъ зданій XIII и XIV вѣка были весьма разнообразны. Онѣ вполнѣ находились въ зависимости отъ главныхъ оконъ, освѣщавшихъ большія залы, а затѣмъ размѣры оконъ примѣнялись соотвѣтственно величинѣ комнатъ и ихъ значенію въ зданіяхъ.

Съ XIV вѣка впервые вводится устройство деревянныхъ оконныхъ переплетовъ, независимыхъ отъ каменной обдѣлки оконъ.

Чер. 1726—1727 (атласъ) представляютъ устройство оконъ въ замкѣ Pierrefond, выстроенномъ въ 1400 году, съ деревянными переплетами, вдѣланными въ каменную обдѣлку оконъ.

Съ XV вѣка стали обращать вниманіе на красоту отдѣлки оконъ снаружи, на уменьшеніе размѣровъ ширины частей каменной обдѣлки, чтобы увеличить площадь просвѣта и вообще старались придать окнамъ болѣе изящный видъ.

Каменная обдѣлка оконъ (горбыли) существовали до начала XVII столѣтія; во времена Франциска I и Генриха II въ Луврѣ можно было открывать окна только по частямъ, а не цѣлыми половинками, какъ это практикуется въ настоящее время. Только во время Людовика XIV начали дѣлать цѣлыные створчатые оконные переплеты и пришли къ убѣжденію въ преимуществахъ ихъ передъ примѣнявшимися до нихъ каменными.

У насъ въ Россіи до XVI вѣка, окна были узки и высоки съ значительными откосами наружу и внутри, чер. 1750 (атласъ).

Форма эта создалась до знакомства со стекломъ, какъ дающая самый сильный свѣтъ при маломъ отверстіи.

Во время мятели или дождя, или просто даже въ неслужебное время, отверстія прикрывались досками съ вырѣзаннымъ рисункомъ, какъ показываютъ рисунки ставенъ, чер. 1749 (атласъ), Спасонарѣдицкой церкви въ Новгородѣ, хранящіеся въ Московскомъ Румянцевскомъ музеумѣ.

Впослѣдствіи, размѣры просвѣтовъ начинаютъ постепенно увеличивать и ихъ начинаютъ украшать кокошниками и наличниками. Самаго сильнаго развитія украшеніе оконъ кокошниками достигаетъ въ эпоху царей Михаила Федоровича и Алексѣя Михайловича Романовыхъ.

Со времени Петра Великаго, учившіеся за границею зодчіе, вернувшись въ Россію, начинаютъ дѣлать окна не только шире но и въ совер-вершенно другомъ стилѣ. Между окнами временъ царей изъ дома Романовыхъ по общему эффекту и оригинальности отличаются изразцовыя окна. Примѣры ихъ можно видѣть и въ настоящее время въ церкви Св. Іоанна Златоуста въ Ярославлѣ и въ церкви во имя Св. Бориса и Глѣба въ гор: Балахнѣ Нижегородской губерніи. Изразцы обыкновенно выдѣлывались пяти цвѣтовъ: бѣлаго, синяго, зеленаго, желтаго и коричневаго.

Изъ числа пестрыхъ оконъ обращаютъ на себя вниманіе восточныя окна церкви Св. Іоанна Предтечи, что въ Толчковѣ, въ Ярославлѣ. Построена эта церковь между 1682—1696 годами.

Въ старинныхъ русскихъ окнахъ замѣтны слѣдующія общія имъ всѣмъ черты: 1) Пролеты непремѣнно эллиптическіе. Полуциркульныя окна составляютъ рѣдкое исключеніе и встрѣчаются только въ послѣдніе годы царствованія Алексѣя Михайловича, когда упрочилось вполнѣ вліяніе иностранныхъ художниковъ. Пролеты съ висящимъ верхомъ встрѣчаются также рѣдко. Пролетовъ же съ прямымъ горизонтальнымъ верхомъ совсѣмъ нѣтъ.

2) Окна за рѣдкими исключеніями, снабжены рѣшетками.

3) Детали украшеній чрезвычайно однообразны и часто схожи между собою. Въ обломкахъ ихъ встрѣчаются только разной величины: выкружки, валики, плинты и т. д. Есть еще черта, которую безошибочно можно назвать общею; она состоитъ въ томъ, что самый пролетъ помѣщался въ отдѣльной отъ наличника рамкѣ, состоявшей обыкновенно изъ чертвертнаго валика съ полочкой, иногда довольно широкой или наконецъ съ откосомъ. Иногда самый пролетъ непосредственно обводился четвертнымъ валикомъ. Рамки эти, или углубленія предназначались для ставень, что можно заключить по оставшимся крюкамъ. Боковыя колонки, составляющія принадлежность большинства старинныхъ русскихъ оконъ, бываютъ самой разной формы, начиная съ самыхъ простыхъ и кончая самыми вычурными. На гладкихъ, вытесанныхъ изъ камня колоннахъ иногда бываютъ перехваты, какіе встрѣчаются часто на колоннахъ грузинскихъ церквей.

Главнѣйшею и самою богатою частью старинаго русскаго окна были кокошники. Обыкновенно они выкладывались изъ лекальныхъ кирпичей; но встрѣчаются и тесаные изъ камня.

Для ближайшаго ознакомленія съ формами и украшеніями старинныхъ русскихъ оконъ на чертежахъ съ 1744—1748 и 1753—1761 (атласъ) показаны: рисунки оконъ старинныхъ церквей въ Владимірѣ, Москвѣ и и подмосковныхъ селеніяхъ.

На чер. 1750—1752 (атласъ) — форма кокошниковъ на окнахъ церкви Георгія Побѣдоносца, что въ Яндовахъ въ Москвѣ.

На чер. 1762—1763 (атласъ) — форма колонокъ у оконъ церкви Николая Чудотворца, что въ Пыжахъ въ Москвѣ.

На чер. 1749 (атласъ) — форма старинныхъ ставень къ церковнымъ окнамъ.

На чер. 1738 (атласъ) представлена форма и украшеніе оконъ въ одномъ изъ древнихъ монастырей въ Грузіи.

Чер. 1743 (атласъ) представляетъ окно въ монастырѣ въ Палермо.

На чер. съ 952 — 1006 (атласъ) представлены образцы обдѣлки отверстій дверей и оконъ болѣе замѣчательныхъ зданій въ стиляхъ: римскомъ, романскомъ, готическомъ, византійскомъ, мавританскомъ и возрожденія.

d) *Оконныя отверстія.* Величина и форма оконъ опредѣляются, прежде всего, соображаясь съ условіями ихъ назначенія; дальнѣйшее и точнѣйшее опредѣленіе ихъ вида зависитъ отъ условій эстетическихъ.

Дабы окна достаточно освѣщали внутренность комнатъ необходимо допустить нѣкоторое отношеніе между ихъ площадью и объемомъ комнатъ. Если площадь оконъ меньше этого отношенія, то комнаты не будутъ достаточно свѣтлы, а если больше его, то зимою комнатный воздухъ будетъ

слишкомъ охлаждаться, а лѣтомъ отъ солнечнаго жара, слишкомъ разогрѣваться, — отношеніе, о которомъ идетъ рѣчь, измѣняется сообразно съ климатомъ: въ жаркихъ климатахъ дѣлаютъ окна небольшихъ размѣровъ и въ небольшомъ числѣ, потому что они, при яркомъ солнечномъ свѣтѣ, достаточны для освѣщенія внутренности комнатъ, а лѣтомъ способствуютъ для поддержанія въ нихъ прохлады.—Напротивъ того, на сѣверѣ, состояніе атмосферы, употребленіе двойныхъ оконныхъ переплетовъ и, наконецъ, замерзаніе стеколъ, требуютъ большихъ оконныхъ отверстій для достаточнаго освѣщенія комнатъ. Въ южныхъ странахъ, въ продолженіи большей части года, жители должны укрываться отъ солнечныхъ лучей, а на сѣверѣ, во все продолженіе холоднаго времени, т. е. тоже большей части года, солнечные лучи, проникающіе въ жилища, не только пріятны, но и полезны для здоровья. Въ нашемъ климатѣ, на каждую кубическую сажень вмѣстимости, надобно полагать на площадь оконъ отъ $^1/_{10}$ до $^1/_{15}$ квадратн. саж. Это отношеніе дается для свѣтлыхъ комнатъ. Вмѣстимости, которыя требуютъ слабаго освѣщенія, какъ то: кладовыя разнаго рода, и вмѣстимости, которыя по своему расположенію не могутъ быть сильно освѣщены, какъ, напримѣръ, длинные корридоры, помѣщаемые посрединѣ строеній, не подчиняются приведенному выше правилу.

Окна должны освѣщать внутренность строеній равномѣрно. Поэтому отверстія для проведенія свѣта располагаются въ стѣнахъ равномѣрно, на нѣкоторыхъ разстояніяхъ одно отъ другого. Размѣры этихъ отверстій должны быть такіе, чтобы ихъ легко было покрывать и чтобы они не ослабляли прочности стѣнъ, въ которыхъ они помѣщены. Отъ этого происходить, что, обыкновенно, окна дѣлаются въ видѣ прямоугольника, поставленнаго на меньшей его сторонѣ, а верхъ отверстія покрывается прямою перекладиною, или аркою. Впрочемъ, есть окна и другихъ формъ, какъ увидимъ ниже.

Такъ какъ лучи солнечные падаютъ сверху внизъ, то для совершеннаго освѣщенія внутренности строеній надобно, чтобы оконныя отверстія находились близко къ потолкамъ

или къ сводамъ, покрывающимъ отдѣлы строенія. По этой причинѣ, въ высокихъ внутренностяхъ, напримѣръ, въ церквахъ, окна помѣщаются въ верхнихъ частяхъ стѣнъ и часто въ самыхъ покрытіяхъ; въ высокихъ залахъ, гдѣ верхъ и низъ должны быть сильно освѣщены, дѣлаютъ очень высокія окна, или располагаютъ оконныя отверстія въ два и болѣе ярусовъ. Залы, имѣющія два яруса оконъ, называются залами въ два свѣта.

Если окно надо устроить такъ, чтобы сквозь него были видны внѣшніе предметы, то нижняя его линія не должна возвышаться надъ поломъ выше 1 или $1^1/_2$ аршина. Въ этихъ-же случаяхъ даютъ окну такую ширину, чтобы сквозь него могли смотрѣть, въ одно время, по крайней мѣрѣ два человѣка; ширина необходимая для подобной цѣли, составляетъ около $1^1/_2$ аршина. Для той же цѣли стѣнка, находящаяся подъ окномъ, дѣлается тоньше стѣны, въ которой продѣлано окно: это облегчаетъ доступъ къ окну.

Напротивъ того, въ нѣкоторыхъ строеніяхъ нужно помѣщать окна на значительной высотѣ надъ поломъ, напримѣръ, въ церквахъ,—для того, чтобы внѣшніе предметы не развлекали присутствующихъ; въ больницахъ—дабы не дуло изъ оконъ; въ нѣкоторыхъ мастерскихъ, дѣйствующихъ огнемъ, для избѣжанія сквозного вѣтра, и т. п.

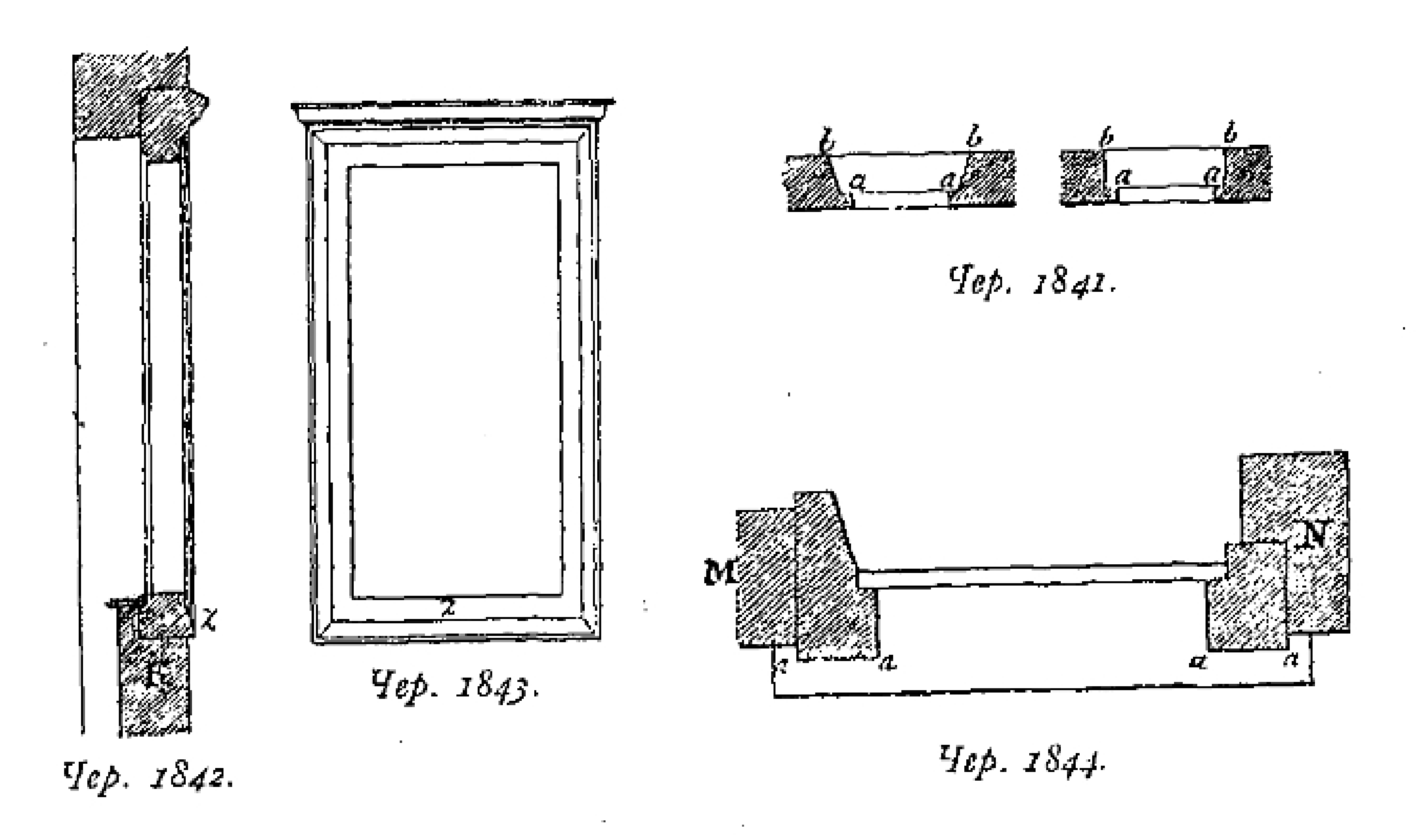
Для красиваго вида освѣщаемыхъ пространствъ, окна располагаются въ нихъ, по возможности, правильно, то-есть на одинаковыхъ разстояніяхъ, и имѣютъ одинаковые размѣры.

Окна, продѣлываемыя въ стѣнахъ, одиѣ надъ другими, въ нѣсколько рядовъ (т. е. этажей), должны какъ можно менѣе ослаблять прочность стѣнъ. Подобное условіе удовлетворится, если будемъ располагать окна и двери такъ, чтобы отверстія находились надъ отверстіями, а массы надъ массами: именно поэтому окна и двери всѣхъ этажей располагаются на общихъ вертикальныхъ осяхъ.

Для лучшаго распространенія свѣта по внутренности строеній, дѣлаютъ боковыя плоскости окна *ав*, чер. 1841 (текстъ) откосомъ (съ разсвѣтомъ), т. е. такъ, чтобы ширина оконнаго просвѣта внутри комнатъ была больше

чѣмъ съ наружной строны стѣнъ. Окна дѣлаютъ также съ перпендикулярными боковыми плоскостями *ав*. — Въ высокопомѣщаемыхъ оконныхъ отверстіяхъ нижняя грань (подоконникъ) также имѣетъ видъ откоса: напротивъ того, подоконники низкихъ оконъ всегда горизонтальны, для того чтобы на нихъ можно было ставить разныя вещи.

е) *Названіе частей отверстій*. Подоконникомъ *г*, чер. 1842 и 1843 (текстъ), называется верхнее покрытіе стѣнки *k*; часть этого покрытія, обращенная во внутренность комнатъ,



Чер. 1841.

Чер. 1842.

Чер. 1843.

Чер. 1844.

есть внутренній, а часть обращенная наружу — наружный подоконникъ.

Притолками называютъ части стѣны *mn*, выступающія въ видѣ фальца, къ которымъ прислоняются рамы и оконные переплеты, чер. 1844 (текстъ).

Откосами — оконными называются плоскости *ab*, *ab*, чер. 1841 (текстъ).

Если притолки и откосы выдѣланы изъ одного куска камня или дерева, то куски эти носятъ названіе косяковъ.

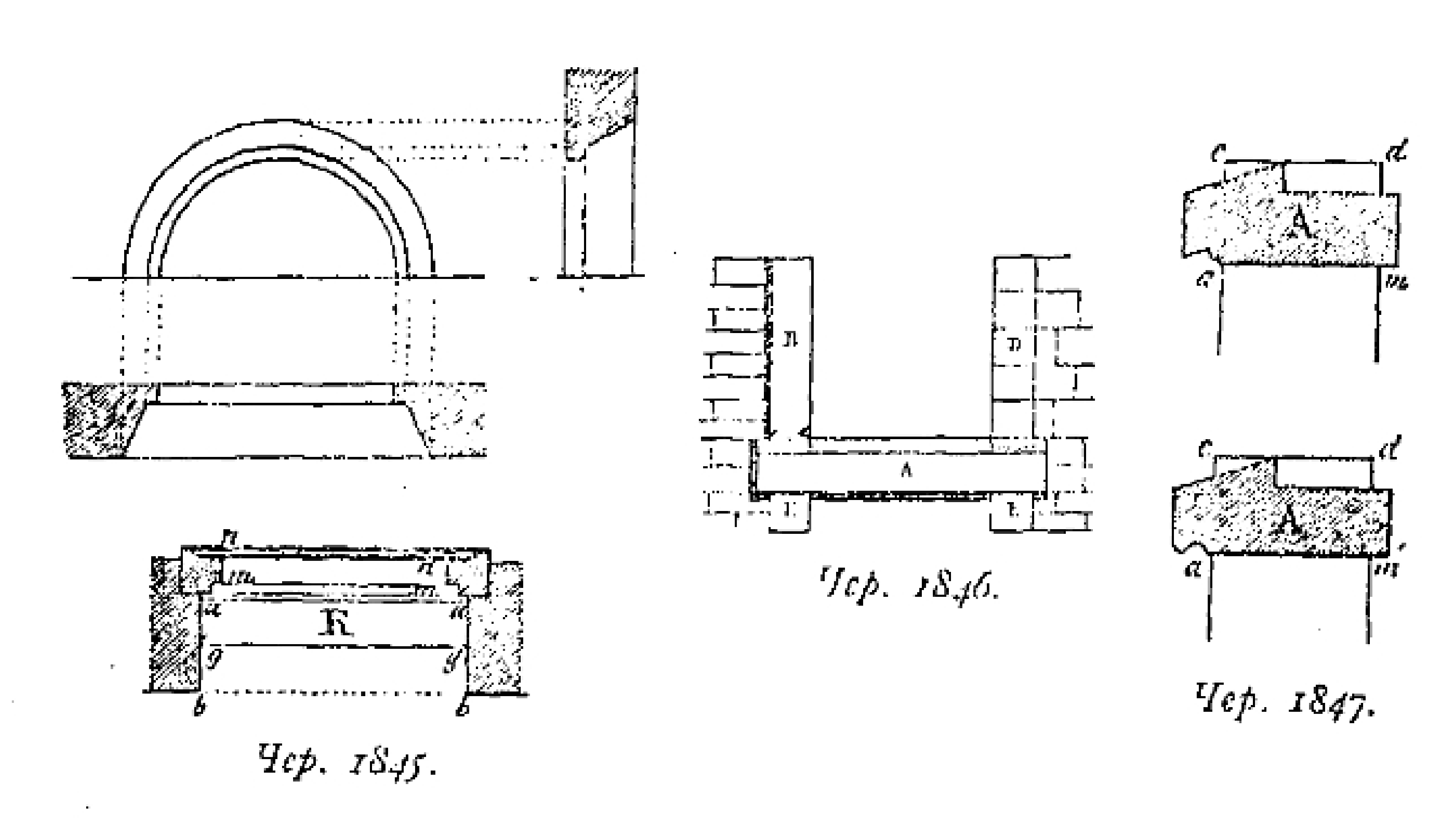
Верхняя часть отверстія, при обдѣлкѣ его деревомъ, называется перекладиною; при устройствѣ ея изъ кирпичей или камней, расположенныхъ въ видѣ прямой арки — перемычкою; при покрытіи отверстія цѣльнымъ камнемъ — архи-

травомъ или перекладиною; и, наконецъ, когда верхъ отверстія сдѣланъ по кривой — оконною аркою.

Стѣнка *K*, чер. 1842 и 1844 (текстъ), между подоконникомъ и поломъ называется подоконною стѣнкою или подоконьемъ; выемка *bggb* — чер. 1845 (текстъ) оконною амбразурою; цѣлое оконное отверстіе — оконнымъ просвѣтомъ; стѣна между двумя отверстіями — простѣнкомъ; часть стѣны, заключенная между ея угломъ и окномъ — угловымъ простѣнкомъ.

Карнизы, фронтоны и другія увѣнчанія оконныхъ отверстій, извѣстны подъ общимъ названіемъ — сандриковъ.

Обдѣлка оконныхъ отверстій. Тесовый камень большихъ



Чер. 1845.

Чер. 1846.

Чер. 1847.

измѣреній употребляется на обдѣлку оконнаго отверстія слѣдующимъ образомъ. Подоконникъ *A*, чер. 1846 (текстъ) закрываетъ верхнюю грань подоконной стѣнки и, вмѣстѣ съ тѣмъ, служитъ основаніемъ, на которое опираются камни *BB*, ограничивающіе отверстіе съ боковъ. Чтобы вода падающая на подоконникъ не портила стѣны, внизу его лежащей, онъ долженъ имѣть свѣсъ *a* чер. 1847 (текстъ) и нижнюю свѣшивающуюся его часть, обдѣланную такъ, какъ показано на чер. 1847 (текстъ). Равнымъ образомъ верхняя часть подоконника должна имѣть скатъ наружу для того, чтобы не застаивалась вода, стекающая съ оконнаго пере-

плета. Подоконникъ имѣетъ обыкновенно длину, достаточную для закрытія всего подоконья и притомъ такую, чтобы концы его подходили подъ вертикальные косяки *B B*, чер. 1846 (текстъ). На подоконникѣ, для принятія основаній косяковъ, оставляются куски, ограниченные сверху горизонтальною плоскостью *cd*, чер. 1847 (текстъ). Куски эти составляютъ продолженіе косяковъ. Такъ какъ концы подоконника будутъ сильно нажаты, а средняя часть его не подвержена вовсе дѣйствію тяжести, то отъ иеравномѣрнаго давленія, онъ можетъ легко переломиться и для предупрежденія этого, подъ среднею частью подоконниковъ оставляютъ горизонтальную щель или пролетъ, заполняемый уже въ то время, когда строеніе получитъ окончательную осадку. Камни *E E*, чер. 1846 (текстъ), такой же ширины какъ косяки и нѣсколько большей высоты, чѣмъ прочіе камни того же горизоитальнаго ряда, будучи положены подъ концы подоконника, образуютъ требуемый пролетъ. Ширина подоконника равна толщинѣ подоконной стѣнки, съ прибавленіемъ двухъ или трехъ вершковъ на наружный свѣсъ; иногда дѣлаютъ у подоконника внутренній небольшой свѣсъ *m*, чер. 1847 (текстъ).

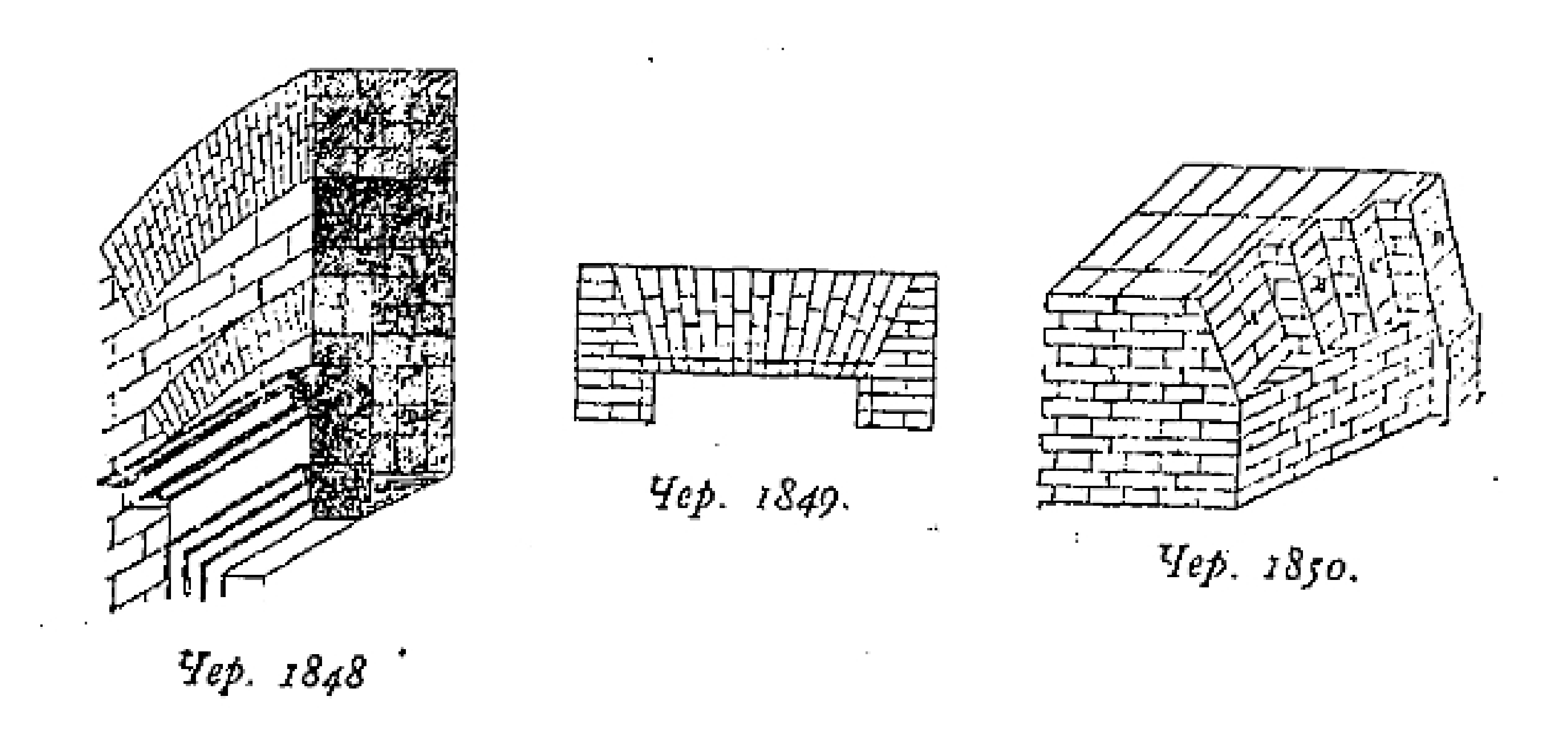
Косяки *B B*, чер. 1846 (текстъ), должны имѣть фальцы для укрѣплеиія въ нихъ оконныхъ переплетовъ. Фальцъ этотъ дѣлается съ внутренней стороны, дабы оконные переплеты могли открываться во внутрь.

Горизонтальное сѣченіе косяковъ показано на чер. 1844 (текстъ). Изъ этого чертежа видно, что когда стѣна не толста, то косякъ идетъ во всю ширину стѣны *(M)*; а когда стѣна очень толста *(N)*, тогда косякъ занимаетъ только часть ея. Лицевыя грани косяковъ *a a*, выдающіяся впередъ, составляютъ рамку оконнаго отверстія и называются наличниками. На чер. 1846 (текстъ) показанъ, съ одной стороны — косякъ монолитный, а съ другой—составленный изъ нѣсколькихъ рядовъ камней, которые перевязаны съ стѣною.

Оконная перекладина можетъ быть сдѣлана монолитная, въ видѣ перемычки и, наконецъ, въ видѣ арки. При употребленіи монолитной перекладины, надобно разсматривать ее какъ обдѣлку оконнаго отверстія, но не какъ покрытіе его, под-

держивающее весь грузъ стѣны, которая находится выше отверстія. Поэтому перекладина *C*, чер. 1848 (текстъ), имѣетъ толщину, равную разстоянію между наружною плоскостью стѣны и оконнымъ переплетомъ: остальная часть стѣны покрывается перемычкою *B*. Надъ перекладиною, въ стѣнѣ, устраиваютъ разгрузную арку *D*. Кромѣ того, если отверстіе велико, то полезно сдѣлать еще общую разгрузную арку *E*.

Когда перекладина состоитъ изъ перемычки, тогда ее дѣлаютъ по общимъ правиламъ построеній этого рода, съ тою только разностью, что на внутренней ея поверхности (т. е. обращенной внизъ) долженъ быть вытесанъ фальцъ или притолокъ, для принятія оконнаго переплета, чер. 1849 (текстъ).



Чер. 1848

Чер. 1849.

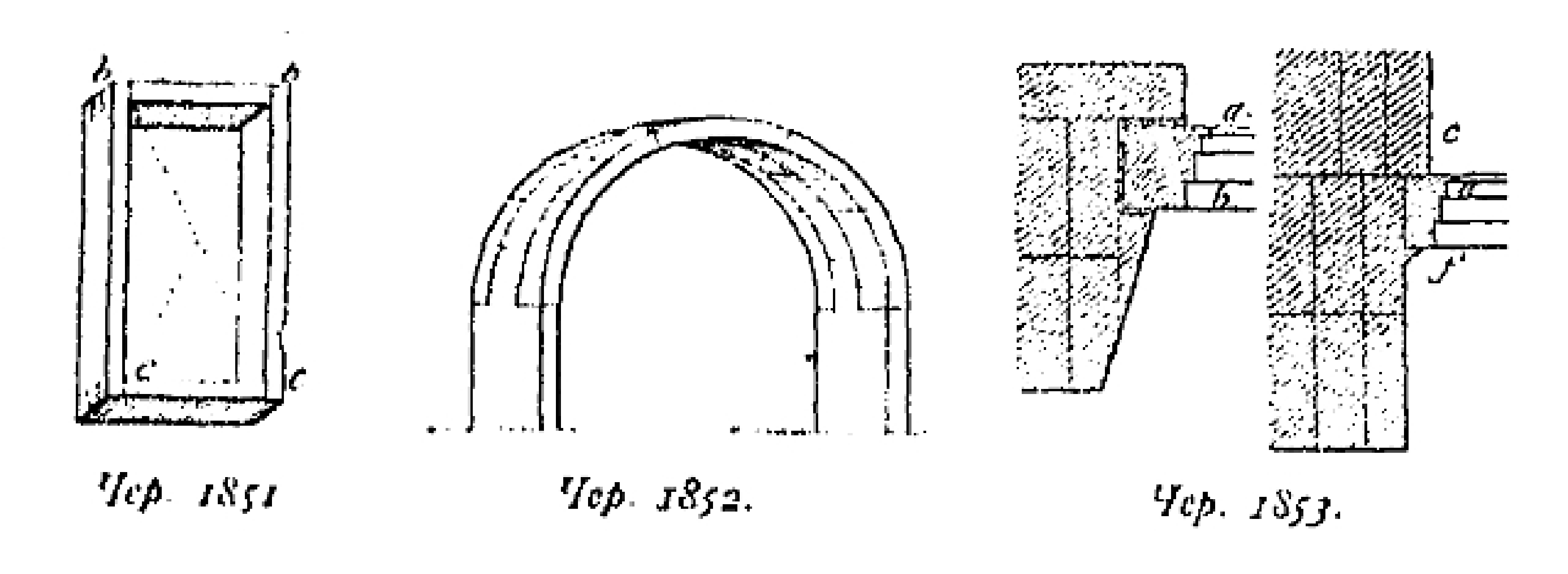
Чер. 1850.

Если перекладина состоитъ изъ арки, то, подобнымъ образомъ, на внутренней поверхности долженъ быть вытесанъ фальцъ. Кромѣ того, если окно надобно сдѣлать съ наклонными откосами (съ разсвѣтомъ), то часть внутренней поверхности арки принимаетъ форму конической поверхности.

Въ сѣверныхъ климатахъ, гдѣ окна должны быть плотно запираемы, необходимо вдѣлывать въ отверстія деревянныя рамы, о которыхъ будетъ говорено ниже.

При выходѣ кирпичныхъ стѣнъ, оконныя отверстія обдѣлываются также кирпичемъ. Подоконникъ покрывается снаружи каменною плитою или металлическимъ листомъ. Внутренній подоконникъ дѣлаютъ изъ дерева, или изъ каменныхъ плитъ. Обдѣлка боковъ отверстій не представляетъ ничего

особеннаго. Ширина притолковъ *xy*, чер. 1850 (текстъ), дѣлается обыкновенно въ полъ-кирпича, а при очень толстыхъ стѣнахъ—въ 1 кирпичъ. Перемычки выводятъ двумя способами: 1) при очень отлогихъ откосахъ отверстія и при тщательной кладкѣ, пяты перемычекъ располагаются уступами, какъ показано въ перспективѣ на чер. 1850 (текстъ). Грани *A*, *B*, *C* и *D* непараллельны между собою, потому что, по длинѣ перемычки, число кирпичей будетъ увеличиваться, отъ наружной стороны стѣны къ внутренней; 2) можно избѣгнуть сложности этой кладки, продолживъ грань *A* черезъ всю ширину стѣны. Тогда, на наружной сторонѣ стѣны, перемычка выйдетъ длиннѣе ширины оконнаго просвѣта. Этотъ способъ чаще употребляется, но его избѣгаютъ въ томъ случаѣ, когда стѣны снаружи не предполагается штукату-



Чер. 1851 Чер. 1852. Чер. 1853.

рить, потому что на фасадѣ строенія будутъ видны перемычки большей длины, чѣмъ покрываемыя отверстія. Надобно также употреблять первый способъ тогда, когда простѣнки очень узки съ внутренней стороны стѣнъ.

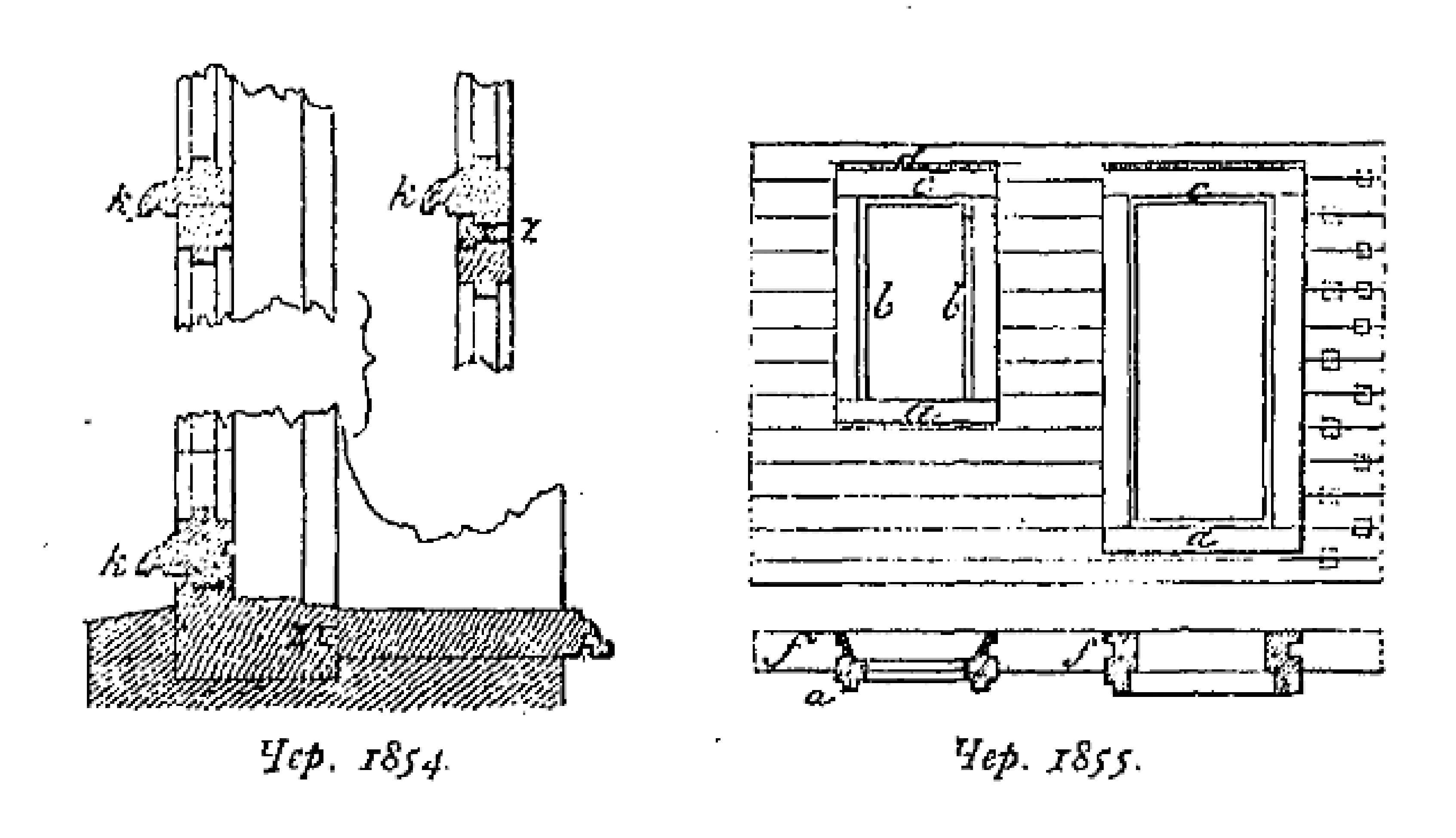
§ 166. а) **Оконныя рамы** (колоды) дѣлаются въ каменныхъ и кирпичныхъ стѣнахъ, для удобнаго навѣшиванія оконныхъ переплетовъ, и для того, чтобы переплеты эти, примыкая плотно къ рамамъ, не пропускали наружнаго холоднаго воздуха во внутрь строеній. За исключеніемъ нѣкоторыхъ монументальныхъ фабричныхъ, желѣзнодорожныхъ и проч. зданій, въ которыхъ рамы эти металлическія, ихъ дѣлаютъ деревянныя изъ дубоваго или сосноваго лѣса. Рама связывается шипами, обыкновенно изъ 4-хъ вершковыхъ брусковъ, чер. 1851 (текстъ). Рамы оконъ, ограниченныхъ сверху аркою,

склеиваются изъ выпиленныхъ кусковъ досокъ или косяковъ, чер. 1852 (текстъ). Внутренняя поверхность рамы должна быть приготовлена для принятія оконныхъ переплетовъ. Наружный оконный переплетъ, называемый лѣтнимъ, можетъ отворяться или внутрь комнатъ, или наружу. Первый способъ лучше, потому что отпертыя оконныя половинки не подвержены дѣйствію вѣтра и дожди. Такъ обыкновенно устраиваются оконные затворы въ каменныхъ строеніяхъ. Но въ деревянныхъ стѣнахъ неудобно открывать оконныя половины внутрь, потому что они будутъ много выходить изъ-за тонкихъ стѣнъ. Въ рамахъ, назначенныхъ для каменныхъ строеній, выдѣлывается фальцъ или гребень *a*, чер. 1853 (текстъ), для помѣщенія лѣтняго переплета, а для укрѣпленія зимняго переплета вынимается четверть *d*. Рама совершенно приготовленная, осмоленная и обитая войлокомъ, закладывается въ стѣну, или во время производства кирпичной кладки, или впослѣдствіи, при чистой отдѣлкѣ строенія. Въ первомъ случаѣ рамы называются закладныя, а во второмъ прислонныя, потому что онѣ прислоняются изнутри, въ оставленную въ стѣнѣ каменную притолоку.

Закладныя рамы, вывѣренныя и поставленныя на мѣсто по отвѣсу, укрѣпляются подпорками и задѣлываются кирпичною кладкою, по мѣрѣ возведенія простѣнковъ. Неудобство закладныхъ рамъ состоитъ въ томъ, что, во первыхъ, онѣ повреждаются при производствѣ работъ, не смотря на принимаемыя предосторожности, во вторыхъ, перемѣна ихъ затруднительна. И дѣйствительно, закладную раму не иначе можно вынуть изъ стѣны, какъ обтесавъ внутренніе откосы окна; или выломавъ наружную притолоку, при чемъ повреждается и перемычка. Для устраненія этихъ неудобствъ, во время кладки стѣнъ оставляютъ отверстія для оконъ съ выдѣланною притолокою *c*, чер. 1853 (текстъ). Потомъ прислоняютъ къ ней раму, обернутую войлокомъ; укрѣпляютъ ее на мѣстѣ желѣзными закрѣпами, законопачиваютъ плотно щели и, наконецъ, щель эту закрываютъ съ внутренней стороны галтелью *i*. Но въ томъ случаѣ, если нужно сдѣлать внутренія щеки окна откосомъ, то устраиваютъ его изъ кирпича, прикрѣпленнаго плашмя посредствомъ желѣзныхъ гвоз-

дей. Употребляя закладныя рамы, надобно, прежде оштукатурки стѣнъ, законопатить всѣ щели, которыя могутъ оставаться между стѣною и рамою.

Верхняя часть подоконной стѣнки, обращенная во внутренность строенія, покрывается подоконникомъ для того, чтобы открытая стѣнка не повреждалась отъ сырости, стекающей съ оконъ и отъ предметовъ, помѣщаемыхъ на окнахъ, и, вмѣстѣ съ тѣмъ, для того, чтобы дать ей болѣе опрятный и красивый видъ. Этому назначенію лучше всего удовлетворяютъ каменные подоконники, дѣлаемые, обыкновенно, изъ мрамора или изъ известковаго плитняка. Въ обыкновенныхъ



Чер. 1854. Чер. 1855.

строеніяхъ подоконники дѣлаютъ изъ дерева, составляя для этого щитъ изъ $2^1/_2$ дюймовыхъ досокъ, соединенныхъ шпонками: онъ кладется на гипсовой подливкѣ съ подкладкою войлока. Деревянный подоконникъ соединяютъ съ рамою посредствомъ шпунта *e*, чер. 1854 (текстъ). Въ заводскихъ строеніяхъ, для большей прочности дѣлаютъ подоконники чугунные. Изъ какого-бы матеріала не были сдѣланы подоконники, концы ихъ впускаются въ откосы окна, а переднюю ихъ грань дѣлаютъ свѣсомъ, съ вынутымъ внизу желобкомъ. Это необходимо для того, чтобы вода, собирающаяся на подоконникѣ отъ потѣнія оконъ, не портила подоконной стѣнки.

Оконныя отверстія въ деревянныхъ стѣнахъ обдѣлываются слѣдующимъ образомъ, чер. 1855 (текстъ). На нижнюю часть отверстія кладутъ подушку *a*, съ выдолбленными въ ней гнѣздами, въ которыя входятъ шипы *f*, а въ шпунты входятъ концы стѣниыхъ бревенъ, обдѣланныхъ шипами. Верхніе концы стоекъ распираются перекладиною *c*, насаженною сверху на шипы, которые нарублены на стойкахъ.

Проемъ, оставляемый въ стѣнѣ для окна, долженъ быть нѣсколько выше окна, для того, чтобы было возможно насадить верхнюю перекладину на шипы и для того еще, чтобы оставался запасъ *d*, на осадку стѣнъ. Запасъ для осадки долженъ составлять около 1/20 высоты проема. Запасы эти (пролеты) задѣлываются по прекращеніи осадки. Въ этомъ случаѣ, если щели, образовавшіяся между вѣнцами, покажутъ, что осадка задержалась косяками, то задѣлку вынимаютъ и, по прошествіи нѣкотораго времени, вновь вставляютъ другую задѣлку меньшей высоты. Щели между стѣною и оконною обдѣлкою плотно законопачиваются. Ширина оконной рамы должна быть такова, чтобы она занимала всю толщину стѣны. Поэтому, если стѣна необшивается досками, то косяки имѣютъ ширину, равную толщинѣ стѣнныхъ бревенъ, чер. 1856 (текстъ).

Но если стѣна будетъ обшита, то косяки выходятъ въ одну плоскость съ лицевою плоскостью обшивки, чер. 1857 (текстъ).

Для принятія концовъ обшивочныхъ досокъ, въ косякахъ вынимается четверть.

Косяки такой ширины всего удобнѣе вытесывать изъ толстаго бревна, распиленнаго по длинѣ на двѣ части. Внутренняя грань окошюй рамы имѣетъ: четверть *в*, для принятія лѣтнихъ оконныхъ переплетовъ, открываемыхъ наружу; внутреннюю четверть *c*, для помѣщенія зимняго переплета, и, наконецъ, откосы *d*, чер. 1857 (текстъ).

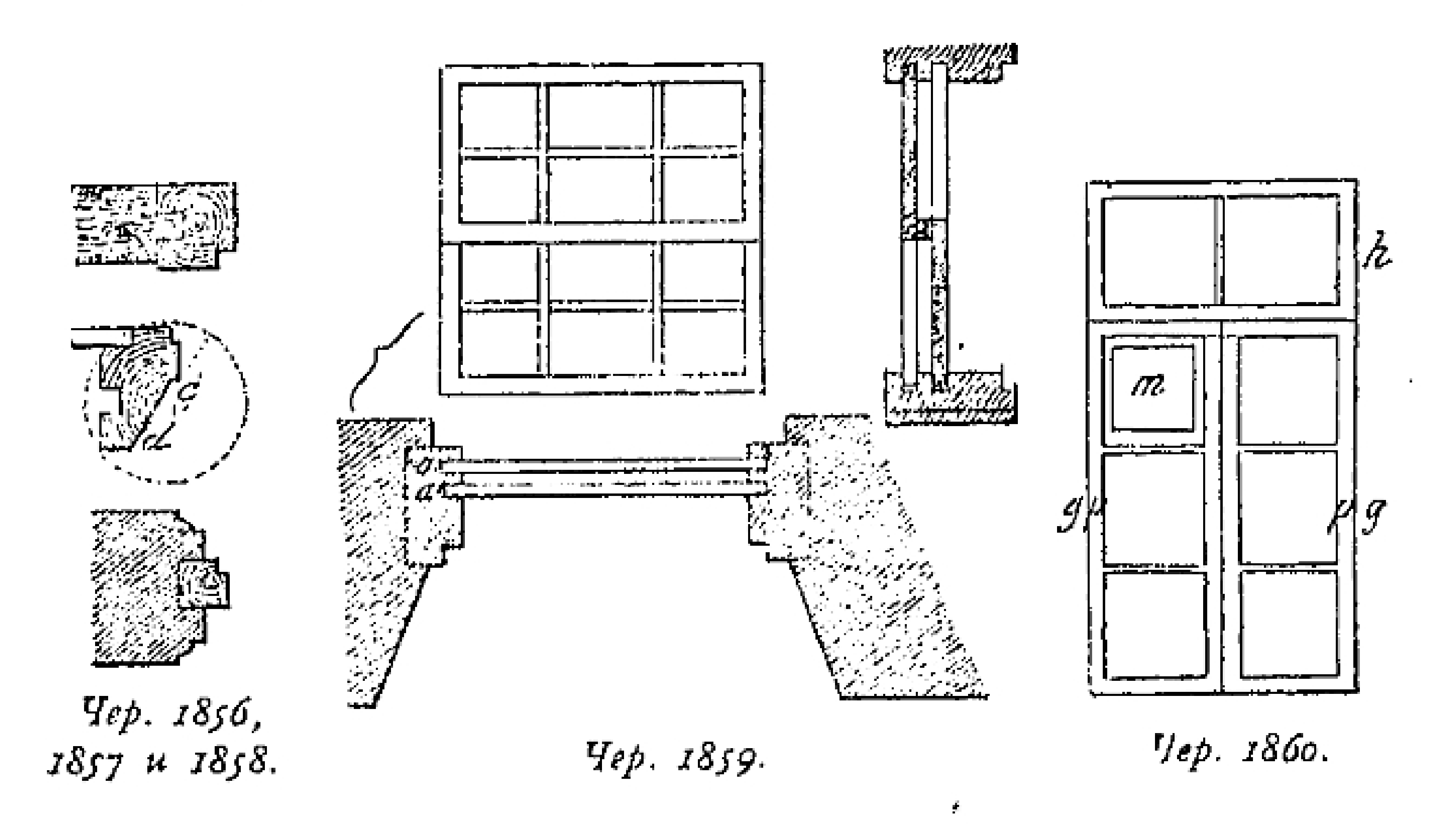
На чер. 1858 (текстъ) показана задѣлка закладной рамы въ каменной стѣнѣ.

b) *Оконные переплеты (окончины)*. Оконное отверстіе, обдѣланное рамою, должно быть удобно закрываемо и открываемо; для этого дѣлается деревянная, а въ монумен-

тальныхъ зданіяхъ — металлическая обвязка, въ которую укрѣпляютъ стекла.

Для укрѣпленія въ обвязкѣ стеколъ малыхъ измѣреній, надобно подраздѣлить иа части площадь, обнятую обвязкою: раздѣлки эти называются горбылями.

Переплеты бываютъ вообще двойные: одни изъ нихъ — наружные называются лѣтними; другіе — внутренніе называются зимними. Чѣмъ толще и неподвижнѣе слой воздуха, заключенный между двумя переплетами, тѣмъ лучше онъ будетъ сохранять тепло. Въ обыкновенныхъ жилыхъ строеніяхъ, переплеты устраиваются слѣдующимъ образомъ. Лѣтніе переплеты дѣлаютъ створные, т. е. состоящіе изъ



Чер. 1856, 1857 и 1858. Чер. 1859. Чер. 1860.

двухъ половинокъ *g*, чер. 1860 (текстъ). Въ высокихъ окиахъ незачѣмъ дѣлать створы во всю высоту окна; верхняя часть его закрывается фрамугою или неподвижною обвязкою *h*. Въ низкихъ окиахъ фрамугъ дѣлать не слѣдуетъ и, вообще, надо принять за правило, что фрамуга должна быть помѣщена на разстояніи выше человѣческаго роста отъ пола комнаты. Фрамуги, помѣщенныя ниже, препятствуютъ возобновленію воздуха въ комнатахъ въ лѣтнее время. Иногда для удержанія фрамуги, особенно въ широкихъ окнахъ, вдѣлывается въ закладную раму поперечина *в*, чер. 1854 (текстъ), называемая импостомъ. Дабы дождевая вода, текущая по

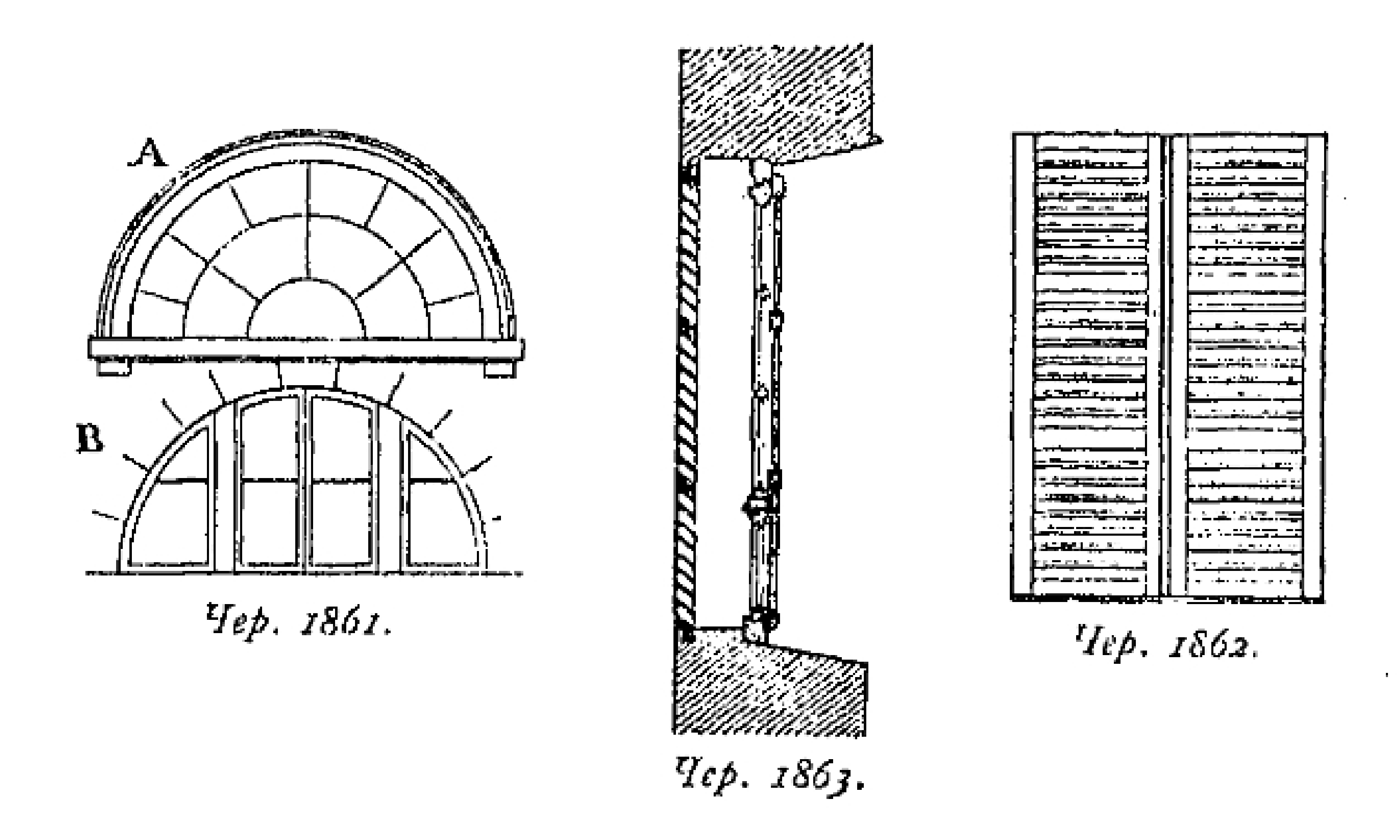
стекламъ, не могла попадать въ щели, находящіяся подъ фрамугою и между низомъ переплета и закладною рамою, надобно щели эти прикрывать такъ называемыми отливами *k k*, чер. 1854 (текстъ), съ вынутыми въ нижней ихъ грани желобками.

Зимніе переплеты дѣлаются обыкновенно или глухіе, въ видѣ одного щита, приставляемаго зимою къ четверти, которая приготовлена въ рамѣ или створные. Щели между рамою и зиминмъ переплетомъ замазывается плотно стекольною замазкою. Для освѣженія зимою воздуха въ комнатахъ служатъ форточки. Дабы форточки лѣтняго переплета могли быть отпираемы во внутрь комнатъ, сквозь зимній переплетъ, надобно, чтобы размѣры форточки лѣтняго переплета были меньше размѣровъ форточки, помѣщенной въ зимнемъ переплетѣ. Форточки должны быть помѣщены какъ можно выше для того, чтобы внутренній испорченный и разогрѣтый воздухъ могъ чрезъ нихъ выходить и, кромѣ того, чтобы входящій наружный воздухъ не залегалъ въ комнатѣ у пола, не перемѣшавшись съ теплымъ воздухомъ. Форточекъ не помѣщаютъ у самаго верха оконъ потому только, что ихъ тамъ не такъ удобно открывать и закрывать. Форточки дѣлаются или вращающіяся на вертикальной оси, т. е. отпирающіяся также, какъ и оконныя створы, или откидныя. Откидныя форточки лучше, потому что входящій воздухъ направляется вверхъ комнатъ, смѣшивается тамъ съ теплымъ воздухомъ комнаты и потомъ уже опускается внизъ. Вмѣсто форточекъ иногда въ переплеты вставляютъ трубочки, закрываемыя пробками. Трубки эти, по причинѣ малаго ихъ діаметра, приносятъ мало пользы, или должны долго оставаться открытыми, а это причиняетъ больше вреда людямъ, находящимся въ комнатахъ, чѣмъ кратковременное открытіе форточекъ.

На переплеты употребляютъ дубовыя, ясневыя, или чаще всего, сосновыя доски. Для оконъ обыкновенныхъ размѣровъ лѣтніе переплеты дѣлаются изъ 2½ дюймовыхъ досокъ, зимніе изъ 1½ дюймов. Окна большихъ размѣровъ должны имѣть и переплеты толще. Ширина обвязки *p*, чер. 1859 (текстъ), составляетъ около ¹⁄₁₀ ширины оконныхъ

створовъ. Горбыли имѣютъ такую-толщину какъ и обвязки; высота ихъ около $^1/_{24}$ ихъ длины. Въ горбыляхъ и обвязкахъ вынимаются четверти, въ которыя вставляютъ стекла. Стекла укрѣпляются въ переплетѣ шпильками изъ проволоки, и замазываются масляною замаскою. Оковка створовъ состоитъ изъ петель, задвижекъ и наугольниковъ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ устраиваютъ, вмѣсто створчатыхъ, подъемные переплеты, чер. 1859 (текстъ). Въ оконной рамѣ находятся два паза *a a*, въ которыхъ могутъ двигаться оконные переплеты: высота ихъ равна половинѣ высоты оконнаго просвѣта. Въ подобныхъ тщательно устроенныхъ переплетахъ, отвѣсы, укрѣпленные на веревкахъ и



Чер. 1861. *Чер. 1863.* *Чер. 1862.*

скрытые въ толщинѣ рамы, позволяютъ очень удобно поднимать или опускать каждую изъ половинокъ—по желанію, подъемные переплеты не требуютъ такой сложной оковки, какъ створчатыя.

Оконныя полукруглыя отверстія имѣютъ переплеты, расположенные такъ, какъ показано на чер. 1861 (токстъ), или другимъ образомъ (id B.) Первый способъ годится для такихъ оконъ, которыя не должны быть отпираемы; второе расположеніе употребляютъ въ жилыхъ строеніяхъ. Оконное отверстіе подраздѣляется каменными столбами иа три части: два боковыя отверстія задѣлываются на глухо, а въ

среднемъ устраивается створчатый переплетъ. Вмѣсто каменныхъ столбовъ употребляютъ иногда деревянныя стойки, вдѣланныя шипами въ оконную раму.

Подъ именемъ жалузи извѣстны закрытія оконъ, сдѣланныя изъ тонкихъ досчечекъ и весьма употребительные въ жаркихъ странахъ. Защищая внутренность комнатъ отъ солнечныхъ лучей, они не препятствуютъ возобновленію воздуха. Примѣръ ихъ устройства показанъ на чер. 1862—1863 (текстъ).

Для закрыванія оконныхъ отверстій, находящихся въ нижнихъ этажахъ строеній, навѣшиваются снаружи оконъ ставни. Они бываютъ щитовые и филенчатые. Въ этажахъ, которыхъ окна расположены высоко надъ поверхностью земли, устаиваютъ ставни внутренніе.

§ 157. **Металлическія оконныя рамы и переплеты.** Деревянные переплеты имѣютъ важные недостатки: дерево, подверженное сырости, сгниваетъ, во время пожаровъ способствуетъ распространенію огня; вслѣдствіе значительныхъ размѣровъ обвязокъ и горбылей деревянные переплеты занимаютъ отъ 1/5 до 1/6 просвѣта оконъ; при усыханіи и малѣйшей нетщательности въ работѣ получается неплотное соединеніе створовъ переплетовъ съ оконными рамами и между собою. Въ тѣхъ случаяхъ, когда поименованные недостатки не могутъ быть допущены, деревянные переплеты замѣняютъ металлическими изъ прокатнаго желѣза или изъ чугуна.

Основанія устройства металлическихъ переплетовъ тѣ же, какъ это было объяснено для деревянныхъ: металлическіе переплеты также состоятъ изъ обвязокъ и горбыльковъ, только размѣры этихъ частей значительно меньше деревянныхъ.

Въ отдѣлѣ стеклянныхъ крышъ подробно указаны: форма горбылей и обвязокъ металлическихъ переплетовъ, способъ соединенія ихъ между собою со стекломъ и проч.

При чугунныхъ переплетахъ горбыльки и обвязки, отлитые вмѣстѣ составляютъ одно цѣлое; но большіе переплеты удобнѣе составлять изъ нѣсколькихъ звеньевъ, которые могутъ быть безъ затрудненія соединены между собою при установкѣ ихъ въ оконномъ проемѣ.

Способность чугуна отливкою принимать самыя сложныя формы, весьма удобна для выдѣлки переплетовъ. Обвязка имѣетъ изогнутую форму и прикрѣпляется прямо къ кладкѣ безъ оконной рамы.

Вообще при окнахъ незначительныхъ размѣровъ, при окнахъ съ глухими переплетами и наконецъ, при окнахъ, въ которыхъ требуется изящный или богатый рисунокъ переплета, слѣдуетъ отдавать преимущество чугуннымъ переплетамъ передъ желѣзными.

Для укрѣпленія желѣзныхъ переплетовъ, оконныя рамы дѣлаются также изъ желѣза.

Въ окнахъ незначительной величины, рамы состоятъ изъ одной обвязки; въ большихъ окнахъ онѣ имѣютъ, также какъ и деревянныя, внутреннія части, которыя составляютъ родъ переплета и служатъ какъ для укрѣпленія обвязокъ, такъ и для подраздѣленія просвѣта окна на части, соотвѣтствующія размѣрамъ переплетовъ.

Въ желѣзныхъ переплетахъ и рамахъ употребленіе кривыхъ частей не представляетъ неудобствъ и потому, если они могутъ сообщить рамѣ красивый видъ, то ихъ слѣдуетъ помѣщать, не опасаясь этимъ увеличить стоимость работъ.

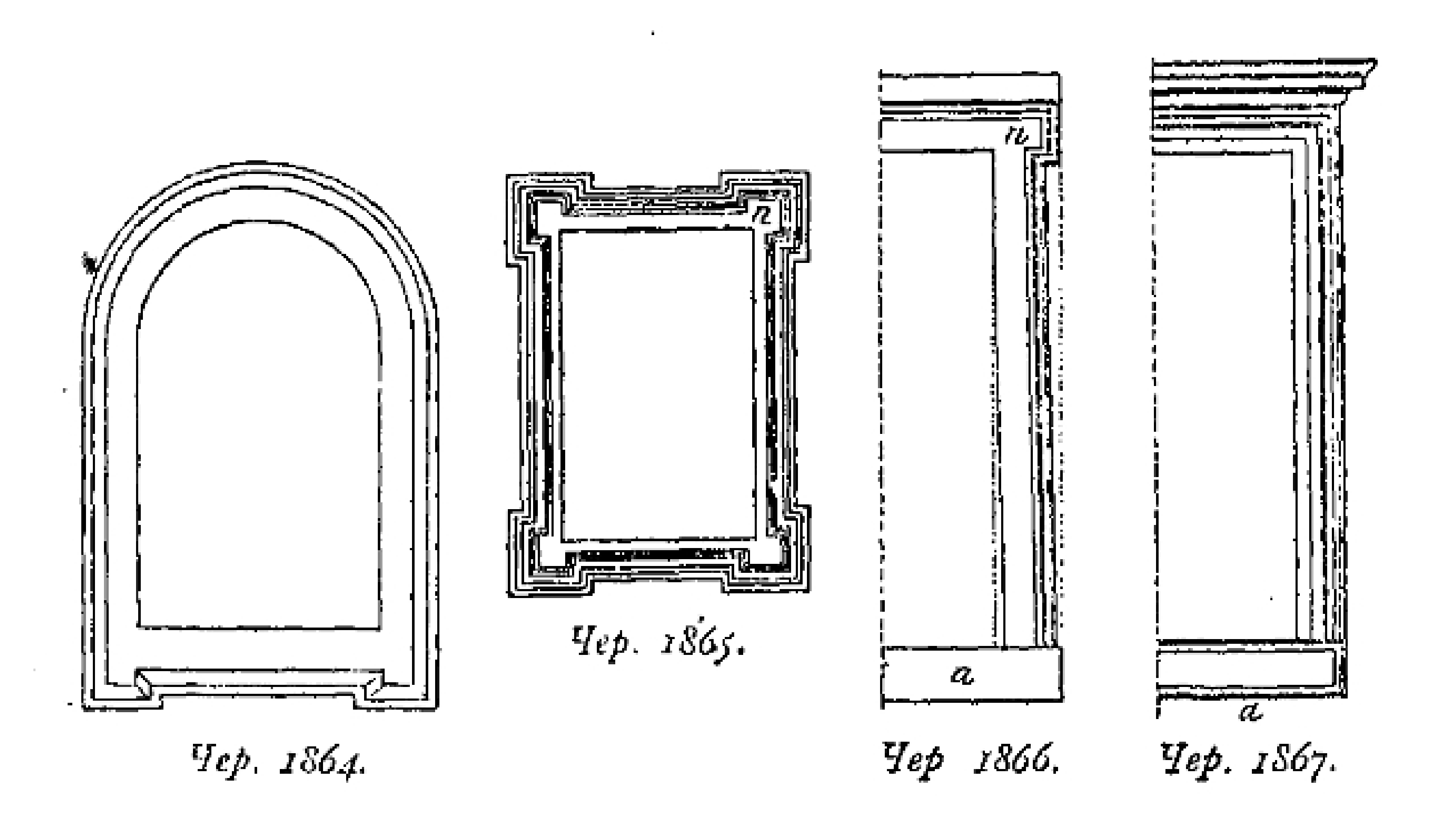
Въ металлическую оконную раму вставляется небольшая рамка (обвязка), посредствомъ которой упрощается связь переплета съ рамою, назначеніе ея тоже, что и назначеніе обвязокъ въ деревянныхъ рамахъ. Рама и обвязки предварительно соединяются винтами.

Когда къ приготовленной по шаблону рамѣ прикрѣплены обвязки и переплеты, къ рамѣ придѣлываютъ болтами нѣсколько закрѣпъ съ развѣтвленными концами. Послѣ этого раму устанавливаютъ на мѣстѣ и противъ закрѣпъ въ каменной кладкѣ выбиваютъ гнѣзда, въ которыхъ располагаютъ вѣтви закрѣпъ. Затѣмъ гнѣзда заливаютъ цементомъ, который прочно соединяется съ кладкой стѣны.

На чер. 1764 — 1769 (атласъ) представлены: общій видъ и детали частей металлическихъ оконныхъ рамъ и переплетовъ.

На чер. 1770 — 1779 (атласъ) показаны устройство и укрѣпленіе въ стѣнахъ желѣзныхъ оконныхъ рѣшетокъ.

§ 158. **Пропорціи и украшенія оконныхъ отверстій.** а) *Окна, покрытыя прямыми перемычками.* Отношеніе высоты отверстій къ ширинѣ ихъ имѣетъ большое вліяніе на сообщеніе зданію желаемаго выраженія. До нѣкотораго предѣла, чѣмъ выше окно, тѣмъ оно имѣетъ видъ болѣе легкій и красивый. Обыкновенная высота оконъ—въ 1½ и 2 квадрата, то есть, другими словами, высота ихъ въ полтора или два раза больше ширины. Дѣлаютъ также окна въ 1¾, 2¼, 2½ квадрата и рѣдко болѣе. Въ полуэтажахъ (антресоляхъ, мезонинахъ) употребляютъ окна въ 1 квадратъ; предпочтительнѣе дѣлать ихъ въ 1¼ квадрата. Въ цоколяхъ дѣлаются попе-



Чер. 1864. *Чер. 1865.* *Чер. 1866.* *Чер. 1867.*

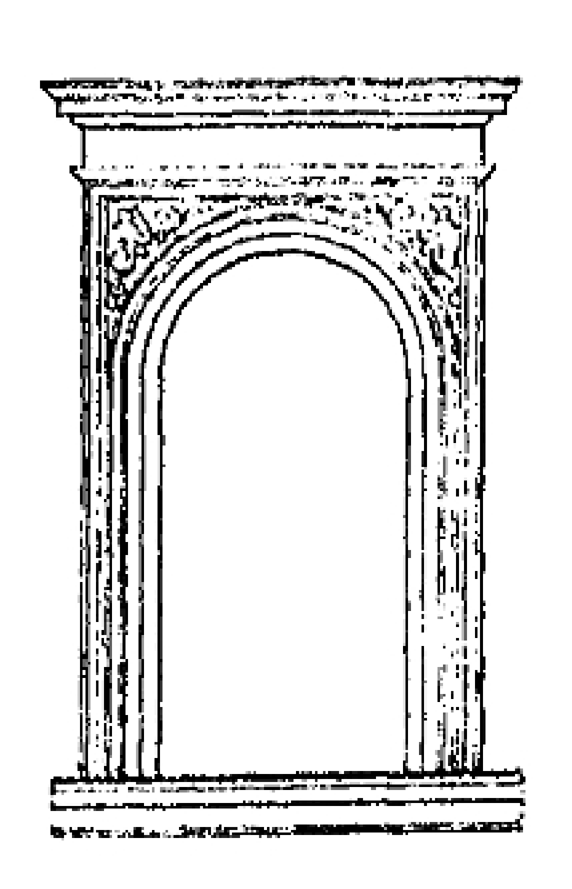
речныя окна, т. е. въ ½ и ¾ квадрата и почти всегда безъ украшеній.

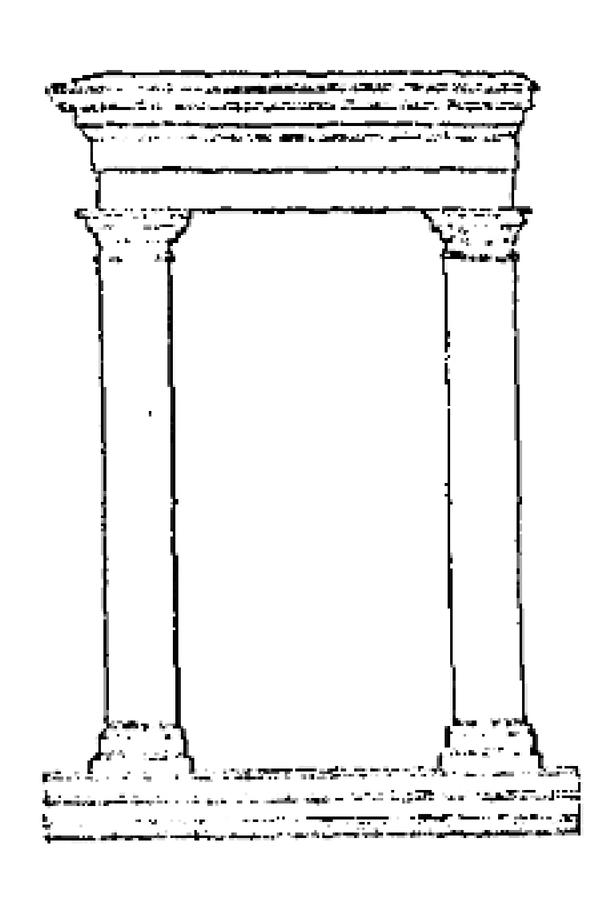
Оконныя отверстія, сдѣланныя на гладкой стѣнѣ и не имѣющія по краямъ никакой рамки, представляютъ бѣдный видъ. По этой причинѣ обыкновенно окаймляютъ ихъ гзымсами, покрываютъ карнизами или обдѣлываютъ пилястрами.

Выше замѣчено было, что отверстія, сдѣланныя въ стѣнахъ, выведенныхъ изъ мелкаго матеріала, обдѣлываются иногда камнями большихъ измѣреній и высшаго качества.

Обдѣлки эти дали начало наличникамъ, употребляемымъ нынѣ большею частью единственно для украшенія оконъ, а не для какой нибудь полезной цѣли.

Наличникъ, имѣющій по всему своему протяженію одинаковый профиль и окружающій отверстіе въ видѣ рамки, чер. 1864—1865 (текстъ), употребляется для малыхъ оконъ и въ полуэтажахъ. Но окна значительныхъ измѣреній ограничиваются снизу подоконникомъ или подоконною плитою a, чер. 1866—1867 (текстъ). Подоконная плита имѣетъ высоту равную или немного меньшую ширины наличника, но она выступаетъ впередъ больше, чѣмъ наличники. Плита эта состоитъ, обыкновенно, изъ пояса, ограниченнаго какимъ-нибудь мелкимъ обломомъ. Если окна расположены часто, то подоконныя плиты всѣхъ оконъ одного этажа соеди-





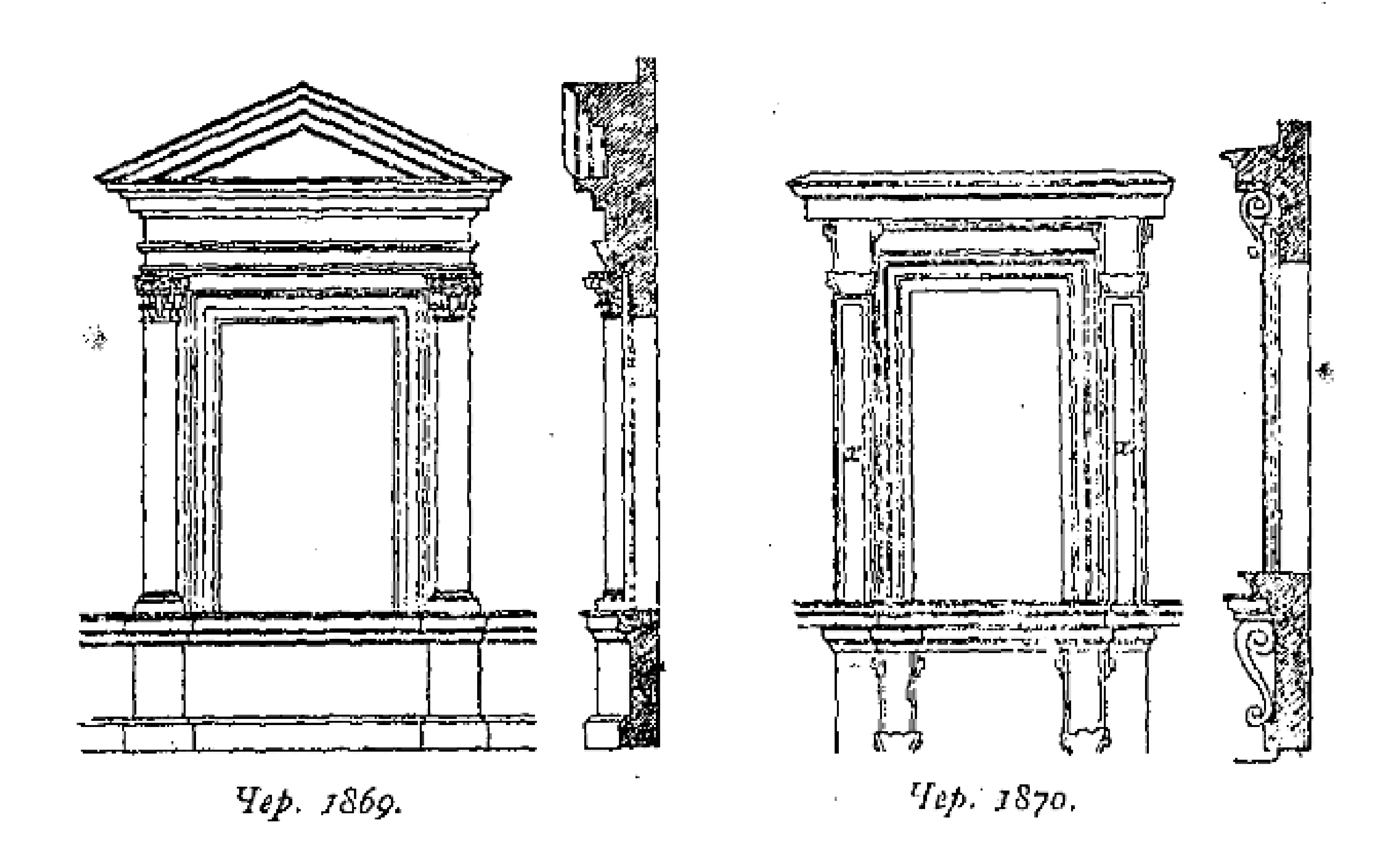
Чер. 1868.

няются въ одинъ непрерывный подоконный поясокъ, чер. 1868—1869 (текстъ). Иногда подоконныя плиты, особенно въ первыхъ этажахъ, непосредственно опирающихся на цоколяхъ, поддерживаются консолями, чер. 1870 (текстъ). Боковыя грани консолей должны составлять какъ бы продолженіе наличниковъ окна; но въ случаѣ оконъ безъ наличниковъ, внѣшнія боковыя грани консолей идутъ въ отвѣсъ съ боками оконнаго отверстія.

Иногда часть стѣны, заключенная между пояскомъ, отдѣляющимъ этажъ отъ этажа, и подоконнымъ пояскомъ, подается немного впередъ, чер. 1869 (текстъ), или назадъ, чер. 1871 (текстъ), и соединяется съ отдѣлкою окна: это какъ-бы

увеличиваетъ высоту окна. Иногда-же, особенно въ южныхъ странахъ, эта часть стѣны замѣняется балюстрадомъ или рѣшеткою, и въ подобномъ случаѣ происходятъ такъ называемыя балконныя окна.

Ширина наличниковъ оконныхъ составляетъ $^1/_4$, $^1/_5$ и $^1/_6$ ширины просвѣта. Боковыя части наличниковъ должны быть отвѣсны и ихъ обыкновенно теперь такъ дѣлаютъ, но древнiе давали имъ небольшое наклоненiе къ просвѣту, чер. 1866 (текстъ). Перекладина имѣетъ видъ прямой горизонталь-



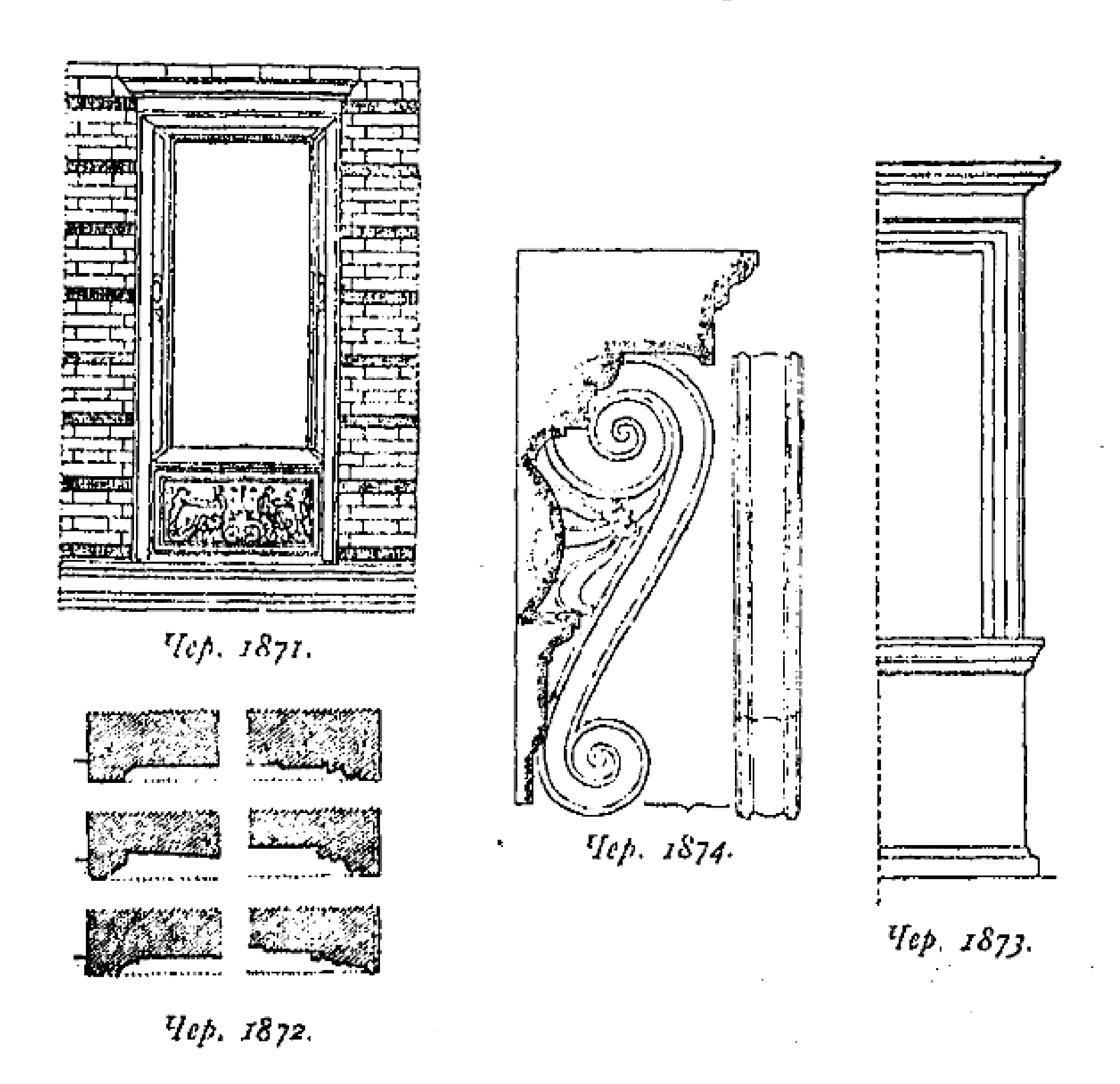
Чер. 1869. *Чер. 1870.*

ной линiи. Ушки *nn*, чер. 1866 и 1865 (текстъ), означающiе концы перекладинъ, введены въ употребленiе древними. Наличники состоятъ, подобно архитравамъ, изъ небольшого гзимса и одного или нѣсколькихъ поясковъ; ширина гзимса составляетъ отъ $^1/_5$ до $^1/_8$ ширины наличника. Примѣры профилей наличниковъ показаны на чер. 1872 (текстъ).

Притолки, только при значительной ихъ ширинѣ и въ богато украшенныхъ строенiяхъ, обдѣлываются впадинами и орнаментами, наполняющими эти впадины. Напротивъ того, въ случаѣ украшенiя оконъ обожженною глиною, самый простой способъ обдѣлки ихъ состоитъ въ томъ, что оконное отверстiе обкладывается приготовленными изъ этого мате-

ріала плитами. Они представятъ на фасадѣ строенія узкую каемку, заступающую мѣсто наличника.

Сверху перекладины для украшенія помѣщаются часто небольшіе вѣнчающіе гзимсы, чер. 1873 (текстъ): высота ихъ меньше ширины наличника. Надъ оконными и дверными отверстіями, для возможной защиты ихъ отъ дѣйствія дождевой воды, помѣщаются часто настоящіе карнизы, состоящіе изъ



Чер. 1871.

Чер. 1872.

Чер. 1874.

Чер. 1873.

слезниковъ и поддерживающихъ и вѣнчающихъ гзимсовъ, чер. 1867 (текстъ). Высота карнизовъ этихъ равна или нѣсколько больше ширины наличниковъ. Дабы дать оконному украшенію болѣе высоты, между наличникомъ и карнизомъ помѣщается гладкій поясъ, т. е. фризъ, чер. 1873 и 1869 (текстъ), котораго высота также равна ширинѣ наличника; его украшаютъ иногда орнаментами. Оконечности слезника могутъ быть поддержаны консолями, чер. 1870 и 1874 (текстъ).

Ширина ихъ составляетъ около ½ ширины наличника; свѣсъ равенъ около ⅓ ихъ высоты. Пояски *xx*, чер. 1870 (текстъ), идущіе отъ консолей внизъ, называются контръ-наличниками. На чер. 1874 (текстъ) показанъ примѣръ консоля въ большомъ видѣ.

Дабы еще болѣе выказать окна и заполнить мѣста между верхами оконъ и слѣдующимъ этажемъ, иногда надъ каждымъ оконнымъ карнизомъ дѣлается небольшой фронтонъ; чер. 1869 (текстъ). Но фронтоны составляютъ увѣнчаніе, болѣе приличное дверямъ, нежели окнамъ; во первыхъ, потому что фронтонъ изображаетъ двускатую крышу, составляющую какъ-бы зонтъ, а такое покрытіе отверстія свойственно только наружнымъ дверямъ; во вторыхъ, рядъ мелкихъ фронтоновъ, идущихъ надъ окнами, составляетъ ломаную линію въ видѣ зигзаговъ, не гармонирующую съ прочими горизонтальными линіями фасадовъ строеній. Лучковые фронтоны свойственны зданіямъ италіанскаго и французскаго стилей.

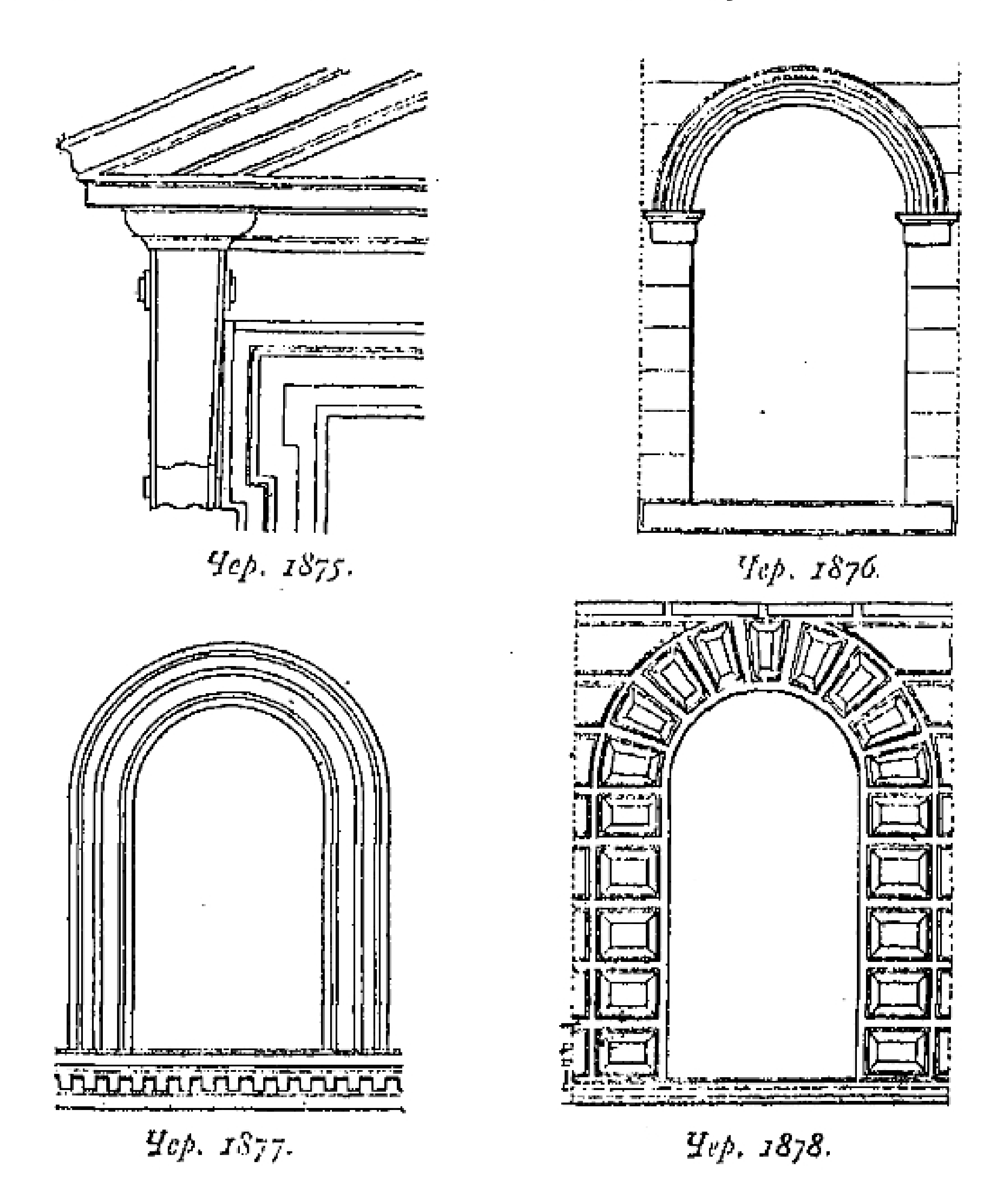
Въ верхнемъ этажѣ, находящемся непосредственно подъ главнымъ карнизомъ, не слѣдуетъ покрывать оконъ карнизами и, тѣмъ болѣе, фронтонами.

Внутреннія двери украшаются наличниками и могутъ также имѣть вѣнчающіе карнизы, но безъ слезниковъ, и, особенно, безъ фронтоновъ.

Строители послѣднихъ временъ римскаго стиля, и, особенно, италіанскіе архитектора, не довольствуясь описанными средствами украшенія оконъ, окружали ихъ пилястрами, полуколоннами, цѣльными колоннами и каріатидами, помѣщали на нихъ полный антаблементъ, а на немъ часто еще фронтонъ, чер. 1869 и 1875 (текстъ). Кромѣ того, самое отверстіе окружалось еще наличникомъ. Строго судя, двѣ рамки здѣсь излишни, и поэтому гораздо предпочтительнѣе употребляемый нынѣ способъ украшенія оконъ одними пилястрами, безъ наличниковъ, чер. 1868 (текстъ).

Окна покрытыя арками (или сводчатыя) дѣлаются въ 1½, 2 и 2½ квадрата, а въ церквахъ и башняхъ въ 3 и болѣе. Слѣдуетъ покрывать арками только просвѣты большихъ размѣровъ, которые не могутъ быть безъ затрудненія покрыты

прямыми перемычками. Но для приданія особеннаго выраженія зданію, или для сохраненія единства съ другими покрытіями, которыя имѣютъ форму арокъ, часто даютъ такія-же формы и небольшимъ отверстіямъ. Полукруглыя окна, чер. 1861 (текстъ), т. е. такія, у которыхъ просвѣтъ имѣетъ форму полукруга, употребляются тамъ, гдѣ не нужно много свѣта,



Чер. 1875. Чер. 1876.

Чер. 1877. Чер. 1878.

а также подъ сводами (въ щековыхъ стѣнахъ). Въ послѣднемъ случаѣ измѣренія ихъ обыкновенно большія, въ одну, двѣ или болѣе саженъ; полукруглыя окна обыкновенныхъ размѣровъ употребляются въ фронтонахъ, мезонинахъ, антресоляхъ, конюшняхъ и т. п. Круглыя окна большихъ измѣреній, подраздѣленныя на части каменными узорчатыми пере-

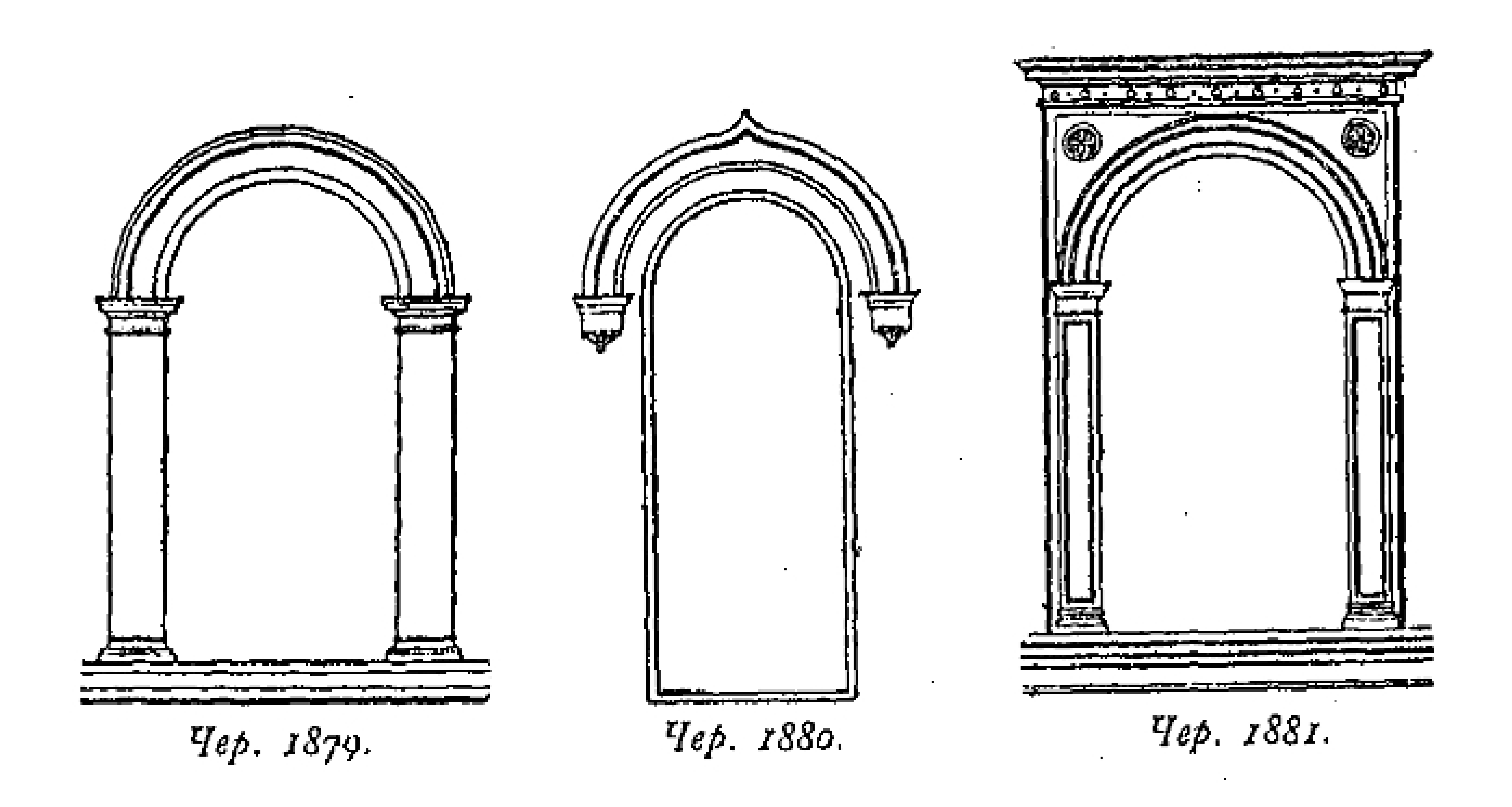
плетами, употреблялись очень часто, въ средніе вѣка, на главныхъ фасадахъ готическихъ церквей. Окна эти извѣстны подъ названіемъ розъ, чер. 1713 (атласъ). Они теперь почти совсѣмъ не употребляются.

Украшенія сводчатыхъ оконъ могутъ состоять:

1) изъ наличниковъ, окружающихъ просвѣтъ въ видѣ рамки, чер. 1876 и 1877 (текстъ), или опирающихся на подоконникъ. Пропорціи наличниковъ и подоконниковъ такія-же, какъ и въ окнахъ, покрытыхъ перемычками;

2) изъ камней, т. е. квадръ, окружающихъ оконные просвѣты, чер. 1878 (текстъ);

3) иногда окна обдѣлываются на подобіе аркадъ, т. е.



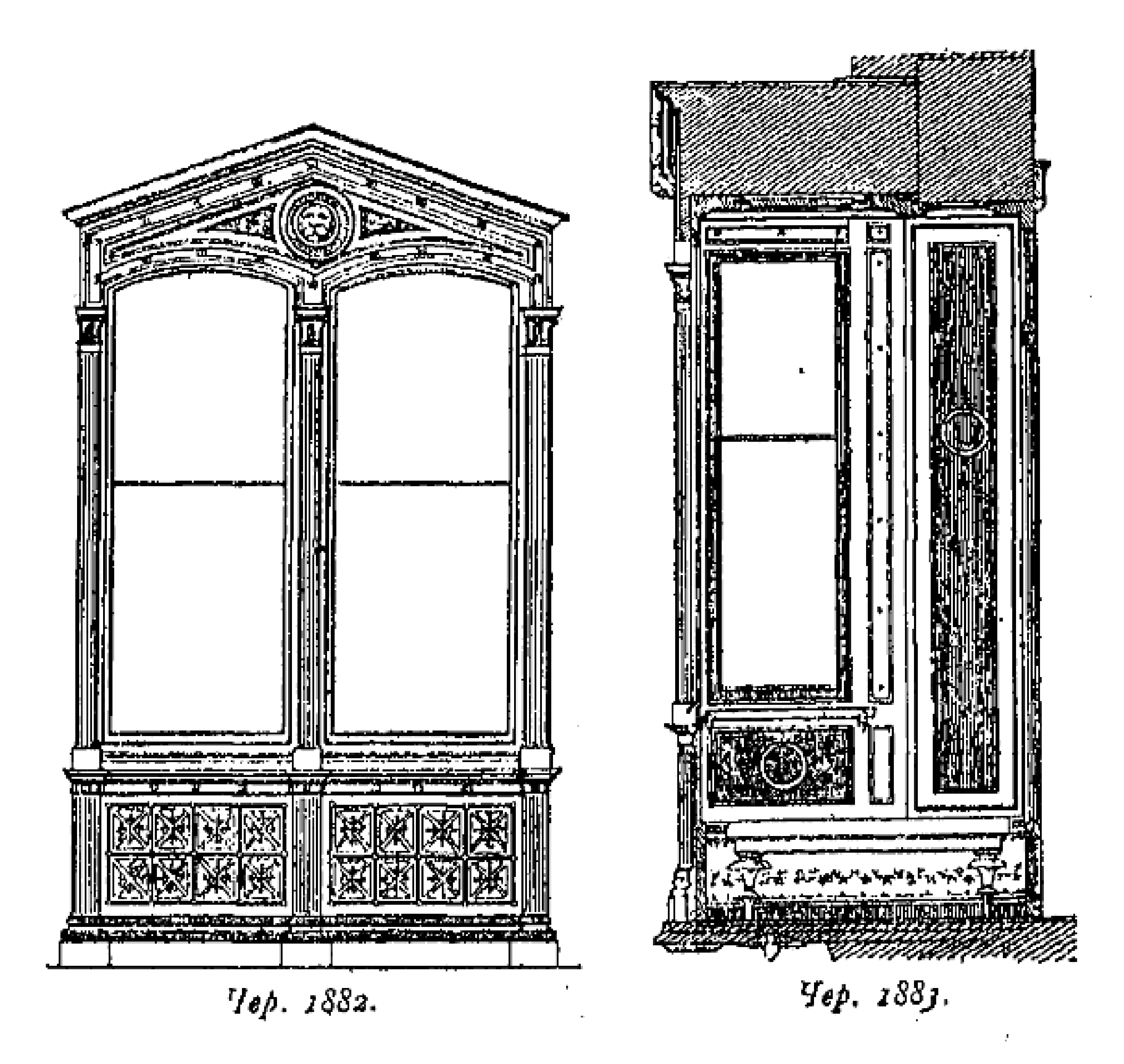
Чер. 1879. *Чер. 1880.* *Чер. 1881.*

окружаются сверху наличниками, опирающимися на подплечники, чер. 1879 (текстъ). Подплечники бываютъ отдѣльные, или идутъ отъ одного окна къ другому, въ видѣ пояска. Наличники могутъ опираться на пилястры; примѣръ этого расположенія показанъ на чер. 1879 (текстъ);

4) полукруглое окно можетъ быть покрыто сверху изогнутымъ карнизомъ, опирающимся концами на кронштейны, чер. 1880 (текстъ);

5) окна одного этажа, покрытыя полукругами и помѣщенныя между рядами прямоугольныхъ оконъ смежныхъ этажей, нарушаютъ единство выраженія фасада зданія. Неудобство

это отклоняется отчасти тѣмъ, что наружная обдѣлка сводчатыхъ оконъ приводитъ ихъ къ прямоугольнымъ формамъ. Окна, украшенныя такимъ образомъ, представлены на чер. 1868 и 1881 (текстъ). Просвѣтъ окруженъ изогнутымъ наличникомъ; по сторонамъ его проведены прямые контръ-наличники, съ которыми сопрягается горизонтальный карнизъ. Треугольные промежутки между наличниками и контръ-на-



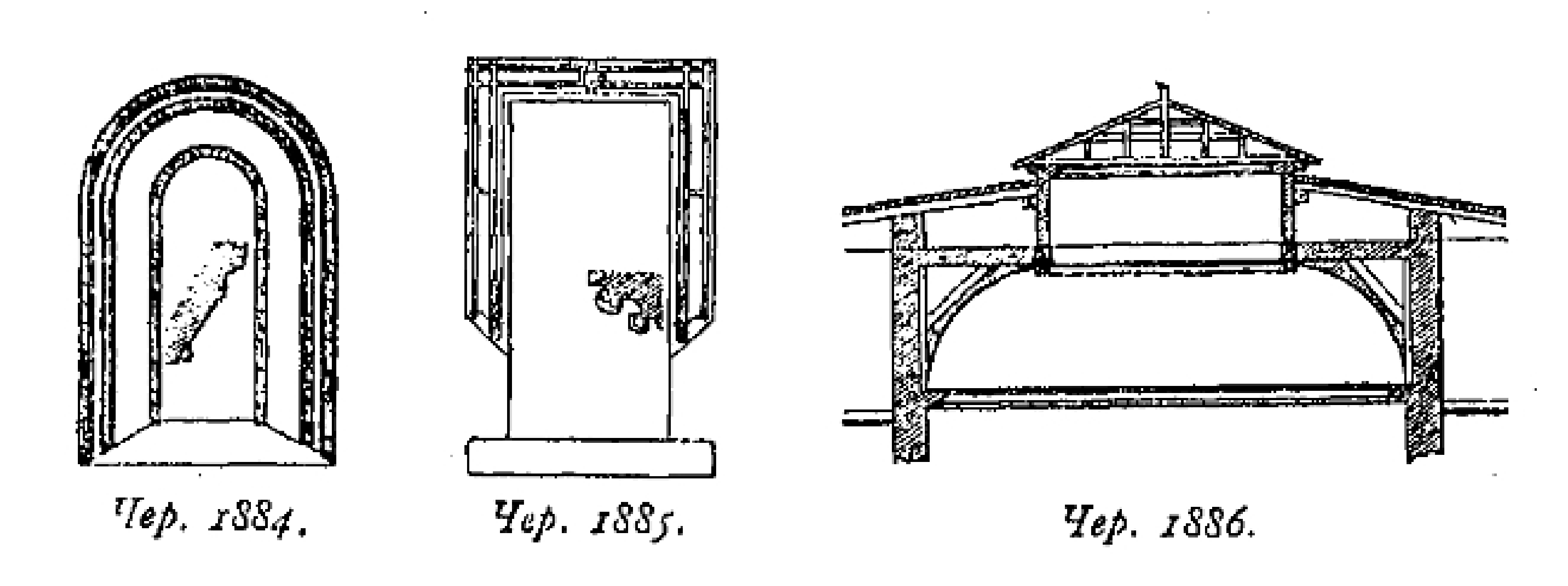
Чер. 1882. Чер. 1883.

личниками заполняются орнаментами. Окна эти извѣстны подъ названіемъ брамантовыхъ.

Сложныя окна. Иногда, для лучшаго освѣщенія внутренности зданія, или по какимъ либо другимъ причинамъ, даютъ оконнымъ отверстіямъ такую величину, что невозможно оставить ихъ безъ раздѣленія на части. Это можетъ происходить: во первыхъ, отъ затруднительности покрыть ихъ одною перемычкою и во вторыхъ, въ эстетическомъ отно-

шеніи, слишкомъ большія отверстія могутъ не гармонировать съ цѣлымъ выраженіемъ зданія. Въ подобныхъ случаяхъ устраиваются парныя, тройныя и, вообще, сложныя окна, т. е. ставятъ два, три и болѣе отверстій, какъ можно ближе одно къ другому, обдѣлывая наружность ихъ какъ одно цѣлое и употребляя для этой цѣли наличники, пилястры, колонны или формы аркадъ.

На чер. 987 (атласъ) показанъ примѣръ сложнаго окна; колонки, поставленныя въ срединѣ просвѣта, заступаютъ мѣсто простѣнковъ. Чер. 986 (атласъ) изображаетъ тройное окно, обдѣланное арками. Чер. 982 (атласъ) парное окно — флорентійское. Чер. 961 (атласъ) такое же окно, взятое изъ



Чер. 1884. *Чер. 1885.* *Чер. 1886.*

венеціанскихъ палаццовъ. Чер. 986 (атласъ) четверное окно, называемое обыкновенно венеціанскимъ.

Окна готическихъ зданій, особенно церквей, имѣли огромные размѣры: отверстія ихъ подраздѣлялись на части посредствомъ каменныхъ столбовъ, ограничиваемыхъ сверху переплетными арками; стало быть эти окна также должны быть причислены къ разряду сложныхъ. Примѣръ подобнаго окна можно видѣть на чер. 974 (атласъ).

На чер. 1882 и 1883 (текстъ) показанъ примѣръ устройства окна будкою или фонаремъ, т. е. выдающагося впередъ изъ стѣны и удерживаемаго кронштейнами. Окна такого рода весьма удобны для обозрѣванія наружныхъ предметовъ.

Замѣтимъ здѣсь еще, что въ византійскомъ и готическомъ стиляхъ, оконныя отверстія обыкновенно обдѣлыва-

лись снаружи не выступающими наличниками, а напротивъ того впалыми гзимсами или колоннами, т. е. такъ, что украшенія оконъ не выходятъ изъ за плоскости фасада строенія, а вынуты въ толщѣ стѣнъ; вслѣдствіе этого, можно сказать, что тамъ украшались наружныя притолки оконъ. Чер. 1884 и 1885 (текстъ) изображаютъ примѣры подобныхъ оконъ и горизонтальныя сѣченія притолокъ.

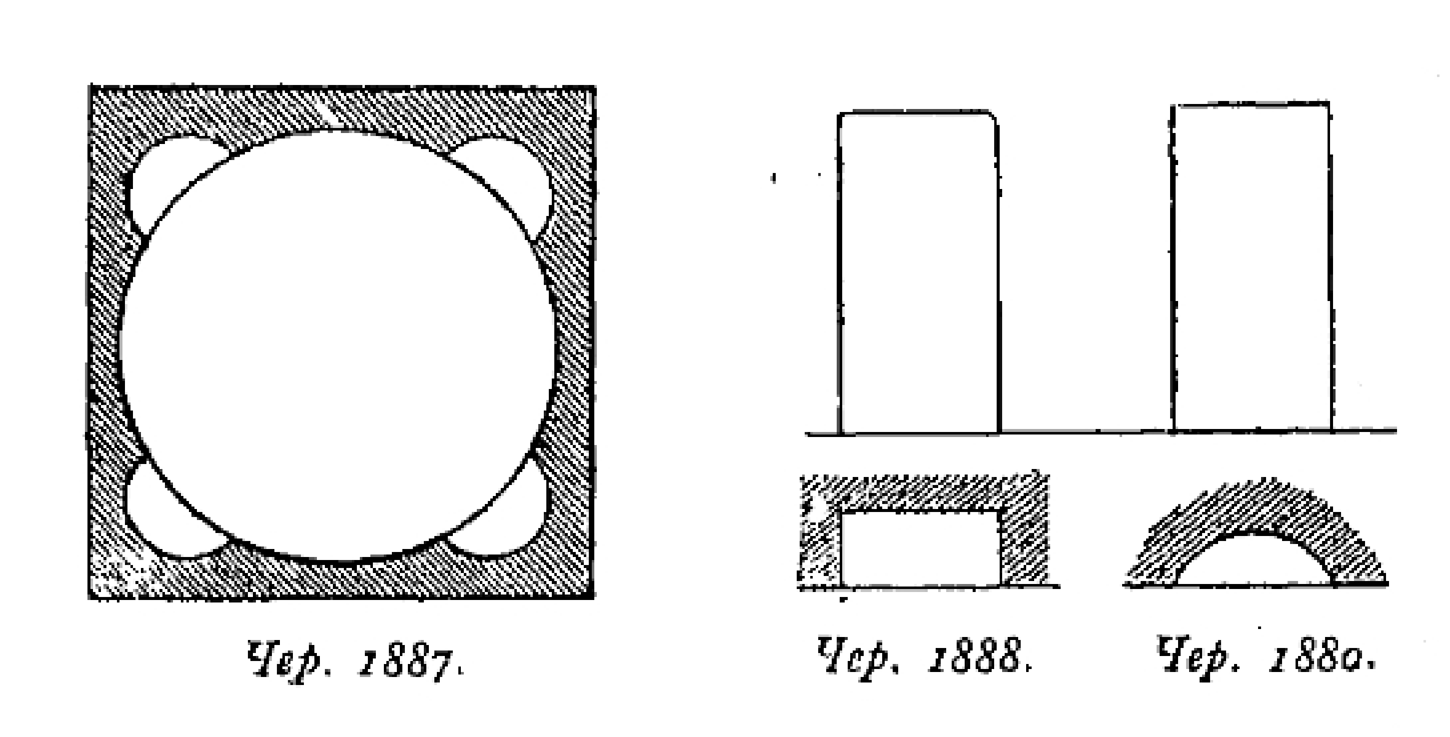
Этотъ способъ украшенія употребляется и теперь, особенно для обдѣлки оконъ, поставленныхъ очень близко одно къ другому; если-бы при такихъ окнахъ сдѣлать наружные наличники, то они еще болѣе съузили бы простѣнки, которые и безъ того узки.

§ 159. **Фонари.** Обыкновенно свѣтъ проводится въ комнаты черезъ отверстія въ боковыхъ стѣнахъ. Только въ случаѣ невозможности получить его оттуда, дѣлаютъ отверстія въ покрытіяхъ комнатъ, т. е. въ потолкахъ или сводахъ и въ крышахъ: отверстіе это доставляетъ необходимое освѣщеніе и закрывается наклонными переплетами со стеклами. Подобныя отверстія или фонари большихъ размѣровъ употребляются для освѣщенія залъ, помѣщенныхъ въ рединѣ строенія и въ которыя нельзя иначе провести достаточное количество свѣта; фонари въ меньшихъ размѣрахъ устраиваются для освѣщенія лѣстницъ, корридоровъ и проч. Замѣтимъ еще, что въ картинныхъ галлереяхъ свѣтъ, падающій сверху, предпочитается свѣту, доставляемому съ боковъ, потому что при освѣщеніи сверху, картины не отсвѣчиваютъ и бываютъ равномѣрнѣе и натуральнѣе освѣщены. Поэтому въ картинныхъ галлереяхъ нарочно устраиваются освѣщенія сверху. Примѣръ устройства фонарей показанъ на чер. 1886 (текстъ).

Переплеты, покрывающіе свѣтопроводныя отверстія въ крышахъ, дѣлаются въ сѣверныхъ странахъ очень крутые, т. е. наклонно къ горизонту около 60°, дабы снѣгъ не могъ оставаться на стеклахъ и не преграждалъ этимъ свободнаго прохода свѣта. Детали устройства свѣтовыхъ фонарей пояснены въ статьѣ о стеклянныхъ крышахъ.

Ниши. Нишами называются углубленія въ стѣнахъ. Ихъ дѣлаютъ, во первыхъ, для того, чтобы сберечь матеріалъ,

уменьшая излишнюю толщину стѣнъ, а иногда и для того, чтобы увеличить вмѣстимость обиятаго пространства. Во вторыхъ, ниши служатъ только мѣстомъ, въ которое ставятся статуи, бюсты, вазы или другіе предметы, служащіе для украшенія зданія. Первое назначеніе нишей можетъ объяснить чер. 1887 (текстъ), изображающій круглую залу, которая помѣщена между прямоугольными стѣнами. Здѣсь ниши облегчаютъ толщу угловъ. Упомянутые выше предметы украшенія, т. е. статуи, вазы и проч., помѣщаются внутри строеній, на пьедесталахъ или кронштейнахъ, укрѣпленныхъ въ стѣнахъ. Напротивъ, съ наружной стороны строеній предметы эти должны быть укрыты и поэтому по-



Чер. 1887. *Чер. 1888.* *Чер. 1880.*

мѣщаются, по примѣру древнихъ, въ нишахъ, или на кронштейнахъ, покрытыхъ иногда зонтами. Такъ разставляемы были эти предметы во время готическаго стиля; нишей тогда употреблять не могли, потому что стѣны зданій состояли (какъ было уже замѣчено выше, въ статьѣ о готическихъ сводахъ) изъ столбовъ, забранныхъ легкими заполняющими стѣнами. Столбовъ нельзя было ослаблять выемками, а стѣны имѣли только необходимую толщину, и, слѣдовательно, ниши не могли быть въ нихъ допускаемы.

Глубина нишей зависитъ отъ толщины стѣны, въ которой онѣ дѣлаются, а форма, отъ назначенія и помѣщенія. Помѣщеніе нишей имѣетъ вліяніе на форму тѣмъ именно, что онѣ должны согласоваться, относительно формъ и раз-

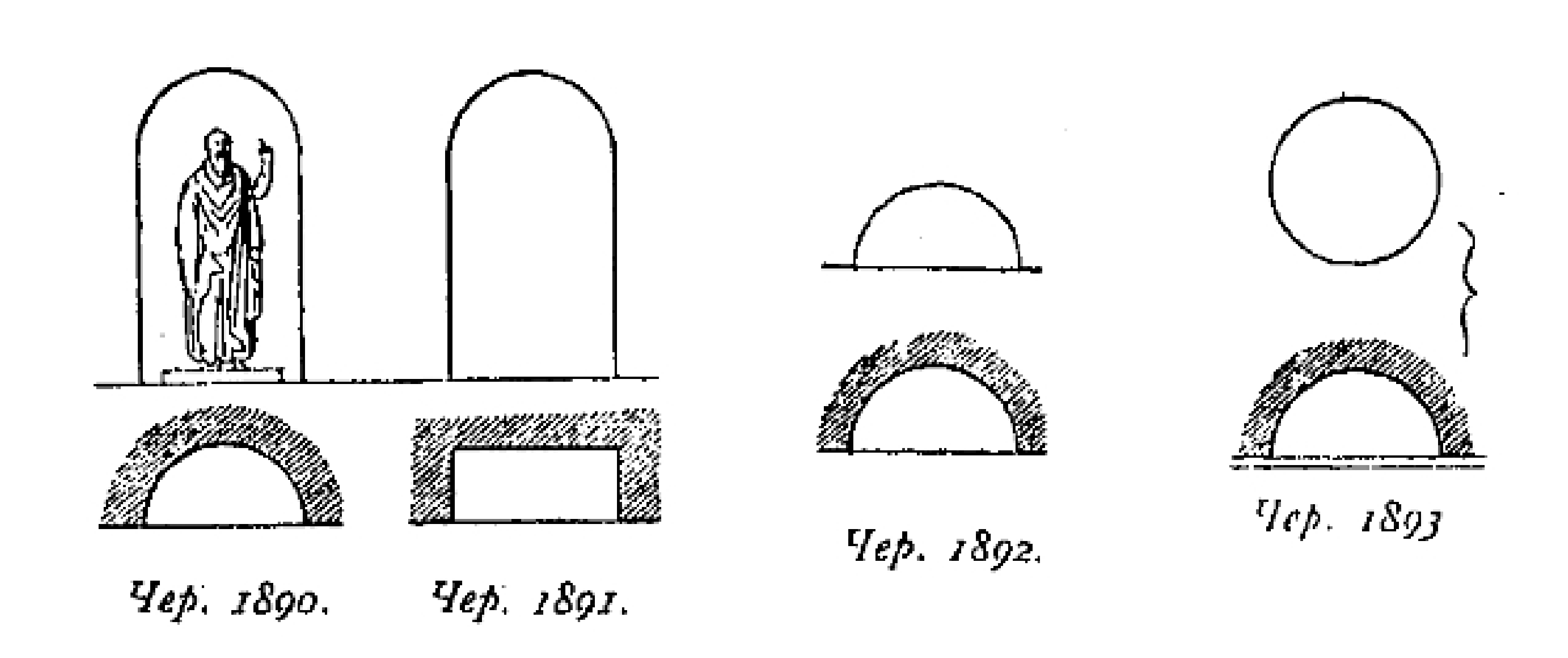
мѣровъ своихъ съ другими отверстіями, помѣщаемыми на стѣнахъ. Форма нишей, обыкновенно употребляемыхъ, имѣетъ слѣдующіе виды:

Чер. 1888 (текстъ). Ниша прямоугольная въ планѣ и фасадѣ.

Чер. 1889 (текстъ). Ниша полукруглая въ планѣ и ограниченная сверху горизонтальною плоскостію.

Чер. 1890 (текстъ). Ниша полукруглая въ планѣ и покрытая сверху четвертью шаровой поверхности.

Чер. 1891 (текстъ). Ниша прямоугольная въ планѣ и покрытая сверху аркою.



Чер. 1890. Чер. 1891. Чер. 1892. Чер. 1893

Чер. 1892 (текстъ). Ниша полукруглая въ планѣ, а въ фасадѣ представляющая видъ полной окружности.

Чер. 1893 (текстъ). Ниша полукруглая въ планѣ и полукруглая въ фасадѣ.

Ниши четырехъ первыхъ видовъ имѣютъ обыкновенно высоту въ два квадрата, или нѣсколько болѣе или менѣе, сообразно съ формами другихъ частей зданій, расположенныхъ возлѣ нишей. Такъ какъ ниши вынимаются въ такихъ только стѣнахъ, которыхъ толщина имѣетъ излишніе размѣры, то нѣтъ причины укрѣплять ихъ обдѣлкою краевъ, а поэтому ниши обыкновенно не окружаются никакими наличниками.

Величина ниши должна быть соразмѣрна съ помѣщаемою въ ней статуею, или, наоборотъ, размѣры статуи должны

согласоваться съ величиною ниши. Замѣчено, что стоячая фигура прилично помѣщается въ ниши, если разстояніе отъ ея головы до верху ниши составляетъ около $^1/_{12}$ высоты фигуры. Чѣмъ выше помѣщены ниши на фасадахъ строенія, тѣмъ выше долженъ быть пьедесталъ или плинтъ, на которомъ стоитъ фигура; иначе выступающій нижній край ниши будетъ закрывать отъ зрителя нижнюю часть фигуры. Бюсты (грудныя изображенія) всего лучше помѣщаются въ полукруглыхъ нишахъ.

СКЛАДЪ ИЗДАНІЯ

ЗВЕНИГОРОДСКАЯ УЛ., № 11